

**Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava  
Fakulta stavební  
Katedra městského inženýrství**

**Aplikace informačního modelu budovy v životním cyklu stavby**

**Application of Building Information Modeling  
in the Life Cycle of Buildings**

Student:

Bc. Pavlína Jonáková

Vedoucí diplomové práce:

Ing. Martin Ferko, Ph.D.

Ostrava 2015

## Zadání diplomové práce

Student: **Bc. Pavlína Jonáková**

Studijní program: N3607 Stavební inženýrství

Studijní obor: 3607T013 Městské stavitelství a inženýrství

Téma: Aplikace informačního modelu budovy v životním cyklu stavby  
Application of Building Information Modeling in the Life Cycle of Buildings

### Zásady pro vypracování:

Diplomová práce se bude zabývat aplikací informačního modelu budovy (dále BIM - Building information modeling) na vybrané fázi životního cyklu zvoleného stávajícího objektu. Objekt bude ve vybraném softwaru popsán dle principů BIM a následně budou využity další aplikační nástroje této agendy. Bude zpracována podrobná výkresová dokumentace, 3D model, včetně vybavení technickými zařízeními. Budou odhaleny problémové oblasti v konstrukci budovy, ale i v samém životním cyklu budovy.

Textová část práce bude obsahovat teoretická východiska problematiky BIM a životního cyklu staveb. Praktická část bude zaměřena na aplikaci agendy BIM na vybraný stávající objekt. Výkresová část bude doplněna elektronickým formátem 3D modelu v openBIM formátu.

Rozsah grafických prací: rozsah, náplň a měřítko jednotlivých výkresů bude upřesněn v průběhu zpracování DP.

Rozsah průvodní zprávy a forma zpracování práce jsou určeny dle platných směrnic děkana Fakulty stavební a interních předpisů Katedry městského inženýrství k vypracování DP a BP.

### Seznam doporučené odborné literatury:

- (1) Dana K. Smith, Michael Tardif: Building Information Modeling, A Strategic Implementation Guide, , Published by John Wiley & Sons, Inc. New Jersey 2009, ISBN 978-0-470-25003-7
- (2) Eastman, Ch. (2009) BIM Handbook, Johny Wiley & Sonc, Inc., ISBN 978-0-470-18528-5
- (3) ČERNÝ, M. a kol.: BIM příručka. 1. 1. Praha: Odborná rada pro BIM, 2013. 80 s. ISBN: 978-80-260-5297- 5.
- (4) <http://issuu.com/czbim/docs/bim-prirucka-2013-v1>
- (5) <http://www.buildingsmartalliance.org/index.php/nbims/about/bimactivities/>

Formální náležitosti a rozsah diplomové práce stanoví pokyny pro vypracování zveřejněné na webových stránkách fakulty.

Vedoucí diplomové práce: **Ing. Martin Ferko, Ph.D.**

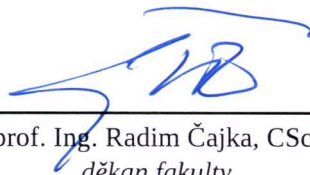
Datum zadání: 27.02.2015

Datum odevzdání: 30.11.2015



---

doc. Ing. František Kuda, CSc.  
*vedoucí katedry*



---

prof. Ing. Radim Čajka, CSc.  
*děkan fakulty*

Prohlašuji, že jsem celou diplomovou práci včetně příloh vypracovala samostatně pod vedením vedoucího diplomové práce Ing. Martina Ferka, Ph.D. a uvedla jsem všechny použité podklady a literaturu.

V Ostravě .....

.....

Podpis studenta

Prohlašuji, že:

- jsem byla seznámena s tím, že na moji diplomovou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. – autorský zákon, zejména § 35 – užití díla v rámci občanských a náboženských obřadů, v rámci školních představení a užití díla školního a § 60 – školní dílo.
- beru na vědomí, že VŠB – TUO má právo nevýdělečně ke své vnitřní potřebě diplomovou práci užít (§ 35 odst. 3 zákona č. 121/2000 Sb.).
- souhlasím s tím, že údaje o bakalářské práci budou zveřejněny v informačním systému VŠB-TUO.
- bylo sjednáno, že s VŠB-TUO, v případě zájmu z její strany, uzavřu licenční smlouvu s oprávněním užít dílo v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona.
- bylo sjednáno, že užít své dílo – diplomovou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití mohu jen se souhlasem VŠB-TUO, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly VŠB-TUO na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše).
- beru na vědomí, že odevzdáním své práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb., O vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů, bez ohledu na výsledek její obhajoby.

V Ostravě .....

.....

Podpis studenta

## **PODĚKOVÁNÍ**

Tímto bych chtěla poděkovat vedoucímu mé diplomové práce panu Ing. Martinu Ferkovi, Ph.D. za odborné rady a náměty, panu Ing. Martinu Kostelníkovi za zpřístupnění objektu STC Ostrava a poskytnutí materiálů a společnosti Graphisoft za bezplatné poskytnutí licence k mobilní aplikaci.

## ANOTACE

JONÁKOVÁ, P. *Aplikace informačního modelu budovy v životním cyklu stavby*. Ostrava: VŠB-Technická univerzita Ostrava, 2015, 65 s.

Cílem této práce je představit BIM z teoretického pohledu a získané poznatky, principy a nástroje aplikovat u fáze životního cyklu stavby. Byla vybrána provozní fáze ŽCS, neboť právě v této fázi dochází k čerpání nejvíce finančních prostředků. Teoretická část shrnuje vývoj informačního modelu budovy, vysvětluje jeho podstatu, rozvádí aspekty implementace, překážky, které je při ní třeba překonat, a výhody získané při úspěšném přijetí BIMu. Zabývá se také přínosy pro jednotlivé profese. Praktická část popisuje proces vytvoření informačního modelu místnosti Velkého světa techniky – Science and Technology Center Ostrava. Místnost slouží pro dočasné výstavy.

Klíčová slova: BIM, životní cyklus stavby, provozní fáze, STC Ostrava, facility management

## ANOTATION

JONÁKOVÁ, P. *Application of Building Information Modeling in the Life Cycle of Buildings*. Ostrava: VŠB-Technical University of Ostrava, 2015, 65 p.

The aim of this diploma thesis is to introduce BIM from a teoretical wiew and apply gained experiences, principles and tools to life cycle of buildings. Operating phase was chosen due to drawing of highest funds. Theoretical part of thesis summarizes a history of building information modeling, explains it's nature, elaborates aspects of implementation, obstacles, which has to be overcome, and the benefits gained from the succesfull adoption of BIM. It also discusses the benefits for the individual professions. The practical part describes the process of creating an information model of a room in Science and Technology Center Ostrava building. The room is used for temporary exhibitions.

Key words: BIM, life cycle of buildings, operating phase, STC Ostrava, facility management

## **SEZNAM ZKRATEK**

AEC – Obor architektury a stavitelství

AIA – Americký institut architektů

BIM – Informační model budovy

CAD – Počítačem podporované projektování

CAFM – Softwarová podpora správy majetku

DOV – Dolní oblast Vítkovice

DWG – Formát výkresů programu AutoCAD

EIA – Posouzení vlivu stavby na životní prostředí

FM – Facility management

HW – Hardware

ICT – Informační a komunikační technologie

IFC – Standard pro výměnu dat

IT – Informační technologie

LCC – Náklady životního cyklu stavby

LOD – Úroveň podrobnosti

MEP – Technická zařízení budov

MPO – Ministerstvo průmyslu a obchodu

SW – Software

TZB – Technická zařízení budov

ŽCS – Životní cyklus stavby



# OBSAH

1. Úvod .....	11
2. Životní cyklus stavby .....	13
3. Podstata BIM.....	15
3.1 Chybný výklad metodiky BIM.....	15
3.2 OpenBIM.....	16
3.3 nD modely .....	17
4. Historický vývoj.....	18
4.1 Počátky metodiky BIM.....	18
4.2 Situace ve světě .....	20
4.3 Situace v ČR.....	21
5. Implementace BIM.....	24
5.1 Aspekty implementace .....	24
5.1.1 Lidé .....	24
5.1.2 Legislativa.....	25
5.1.3 Spolupráce mezi profesemi.....	26
5.1.4 Software .....	27
5.1.5 Výměnný formát .....	27
5.2 Výhody BIM při úspěšné implementaci.....	28
6. BIM a zainteresované strany .....	30
6.1 Investor a facility manager .....	30
6.1.1 Investor .....	30
6.1.2 Facility manager.....	31
6.2 Architekt a projektant stavební části .....	31
6.2.1 Architekt .....	31
6.2.2 Projektant stavební části .....	32
6.3 Rozpočtář.....	32
6.4 Statik.....	33
6.5 Zhotovitel .....	33
6.6 Projektant TZB .....	33

7. Praktická část.....	34
7.1 Velký svět techniky .....	35
7.1.1 Situace širších vztahů.....	35
7.1.2 Historie areálu .....	36
7.1.3 Popis budovy.....	37
7.2 Analýza potřebných informací pro přípravu výstavy .....	37
7.2.1 Specifika výstavního prostoru.....	38
7.2.2 Problémy výstavního prostoru .....	39
7.2.3 Potřebné informace pro vystavovatele.....	43
7.3 Tvorba BIM modelu výstavního prostoru a prezentace .....	45
7.3.1 Úroveň podrobnosti (Level of Development / Detail).....	45
7.3.2 Vytváření modelu.....	47
7.3.3 Prohlížení modelu – BIMx PRO.....	50
7.4 Analýza přístupových cest z hlediska manipulace s předměty .....	51
7.5 Využití diplomové práce pro facility manažera .....	54
7.5.1 Dokument.....	54
7.5.2 Prezentace .....	54
7.5.3 Analýza přístupových cest z hlediska manipulace s předměty .....	55
8. Závěr.....	56
9. Seznam použitých pramenů.....	58
10. Seznam tabulek.....	61
11. Seznam obrázků.....	62
12. Seznam příloh.....	64
13. Seznam výkresů.....	65

# 1. Úvod

Informační model budovy (z angličtiny Building Information Modeling – zkratka BIM) není novým pojmem, jak by se na první pohled mohlo zdát. Počátky informačního modelu budovy sahají až do 70. let minulého století, kdy se v USA objevila první myšlenka o strukturovaném modelu budovy, kterou dále umožňoval rozvíjet pokrok v informačních technologiích.

Na rozdíl od vyspělých zemí, ve kterých je BIM zaveden jak v soukromé tak veřejné sféře, je Česká republika teprve na počátku dlouhé cesty k získání všech přínosů, které metodika BIM nabízí.

V naší zemi již fungují organizace (czBIM, BIM fórum, OpenBIM a další), které pořádají akce pro odbornou veřejnost, vydávají publikace a spolupracují při překladu norem. Svou činností vytvářejí informační materiály o informačním modelu budovy, které v minulosti spíše chyběly a byly dostupné hlavně v cizích jazycích.

Právě nedostatek informací spolu s neochotou měnit zavedené způsoby práce se projevuje v negativním postoji části odborné veřejnosti k problematice BIM. Tento postoj je pochopitelný, neboť zavedení metodiky přináší vydání značných peněžních prostředků do hardwarového vybavení, softwaru, vzdělávání a zavedení nových pracovních postupů. Avšak tento krok je obdobný jako přestup projektování na rýsovacích prknech ke CAD systémům a je podpořen pokrokem informačních technologií.

Je nutno zvážit, zda zavedení metodiky BIM přinese více pozitivních přínosů, než negativních jevů, které při implementaci nastanou.

Inspirací nám může být zkušenost vyspělých zemí, které obdobným vývojem již prošli. Vzhledem k tomu, že je BIM v těchto zemích legislativně ukotven, zdá se býti tato cesta správná.

BIM je také možným řešením v problematice často diskutovaného systému zadávání veřejných zakázek, s nímž je stavební sféra nespokojená. Změnou v tomto systému by mohla nabídnout evropská směrnice 2014/24/EU, jejímž přijetím se Česká republika zavázala doplnit kritérium výběru veřejných zakázek mimo cenu také o kvalitu díla. Kvalita by mohla být posuzována právě pomocí informačního modelu budovy, který představuje transparentní nástroj.

**Cílem** této práce je představit BIM z teoretického pohledu a získané poznatky, principy a nástroje aplikovat u fáze životního cyklu stavby. Byla vybrána provozní fáze ŽCS, neboť právě v této fázi dochází k čerpání nejvíce finančních prostředků.

Teoretická část shrnuje vývoj informačního modelu budovy, vysvětluje jeho podstatu, rozvádí aspekty implementace, překážky, které je při ní třeba překonat, a výhody získané při úspěšném přijetí BIMu. Zabývá se také přínosy pro jednotlivé profese.

Praktická část popisuje proces vytvoření informačního modelu místnosti Velkého světa techniky – Science and Technology Center Ostrava. Místnost slouží pro dočasné výstavy. V rámci objektu se zde vyskytují problémy s dopravou exponátů do výstavních prostor a samotná místnost má složité technické parametry, které při pořádání výstav mohou způsobit problémy. Účel výstupů praktické části je poskytnout facility manažerovi objektu materiály, které usnadňují a zefektivňují jeho práci.

## 2. Životní cyklus stavby

„Životní cyklus staveb je časové období od vzniku myšlenky na stavbu a její přeměnu v záměr přes projektování, realizaci stavby, její užívání a případně změn stavby až do její likvidace (viz Obr. 1).“ [4]



Obr. 1 – Životní cyklus stavby [4]

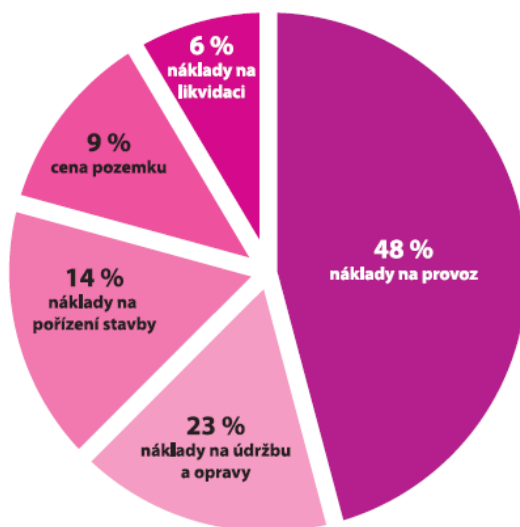
Jednotlivá časová období lze rozčlenit do fází životního cyklu stavby (viz Obr. 2).

Výstavbový projekt					
Fáze předinvestiční		Fáze investiční		Fáze provozní	Fáze likvidační
Iniciování	Definování	Plánování	Realizace	Provoz	Likvidace
Životní cyklus majetku – stavebního díla					
Fáze výstavbového projektu				Fáze provozní	Fáze likvidační
				Životní cyklus užití stavebního díla	

Obr. 2 – Fáze životního cyklu stavby a stavebního díla [4]

Jednotlivé fáze životního cyklu stavby se vyznačují peněžními náklady vynaloženými po dobu svého trvání (LCC; Life Cycle Costs = Náklady v životním cyklu stavby). Finančně nejnáročnější fází je fáze provozní – zabírá zhruba 48% veškerých nákladů v životním cyklu stavby (viz Obr. 2). Současně je důležité si uvědomit, že právě výše provozních nákladů

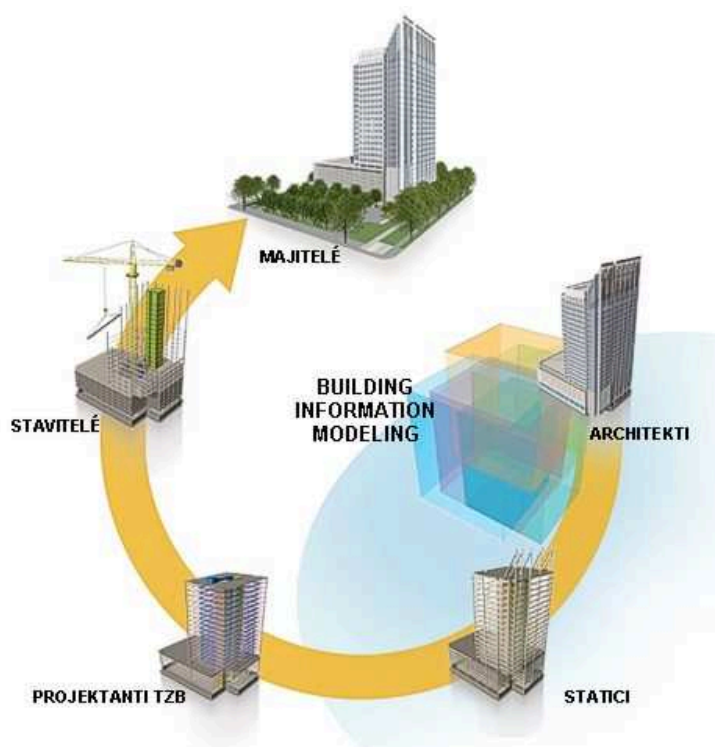
závisí na kvalitě návrhu stavby. Je proto žádoucí se věnovat provozním nákladům již v předinvestiční fázi životního cyklu stavby.



*Obr. 3 – Procentuální vyjádření nákladů životního cyklu stavebních objektů [4]*

### 3. Podstata BIM

Informační model budovy (Building Information Model) je databází veškerých dat získaných během celého životního cyklu stavby vytvořený speciálním pracovním postupem. V souvislosti s BIMem hovoříme také o BIM metodice nebo procesech (Building Information Modeling). Metodikou je rozuměn způsob projektování pomocí informačního modelu, který umožňuje výměnu dat (pomocí datového formátu IFC) mezi různými profesemi během projekčních prací, realizace, užívání díla a jeho likvidace. [1]



*Obr. 4 – Spolupráce mezi profesemi [15]*

#### 3.1 Chybný výklad metodiky BIM

Častým omylem, rozšířeným i v řadách odborné veřejnosti, je představa, že BIM je konkrétním softwarovým řešením. Metodika je na SW sice závislá, ale software představuje pouze prostředek k vytvoření databáze a poskytování dat. BIM software pracuje s konstrukčními prvky (zdi, okna, schodiště, atd.), kterým lze přiřazovat vlastnosti. Z takto vytvořeného modelu lze získávat různá data, provádět výpočty a analýzy. Na rozdíl od CAD

softwarů pracujících s 2D prvky (čáry, výplně) BIM model představuje okamžitý zdroj informací.

Dalším omylem je chápání BIMu jako pouhé 3D vizualizace objektu, která je ve skutečnosti jen jednou z mnoha možností výběru požadovaných dat z modelu pro efektivní práci určité profese – v tomto případě architekta. Specialista na TZB, statik nebo facility manager si z modelu vyberou pouze ta data, která jsou pro jejich práci podstatná. Jedním z důležitých nástrojů BIM softwaru je detekce kolizí, která upozorní na chyby v návrhu.

BIM přináší tzv. „digitalizaci stavebnictví“. Digitální data odbourají potřebu archivovat velké množství výkresů různých verzí. Digitální model obsahuje veškerá data se změnami v čase a také umožňuje snadno provádět úpravy, které se ihned projeví v celém modelu. Pokud model neobsahuje veškerá data (například z důvodu nespolupráce určité profese nebo chybějící aktualizace dat při provozní fázi užívání), nelze hovořit o modelu vytvořeném metodikou BIM. Takovýto model neposkytuje správné informace a pro práci dalších profesí může být matoucí.

## 3.2 OpenBIM

Spolupráce mezi jednotlivými profesemi je jednou z hlavních aspektů metodiky BIM. Myšlenku mezioborové spolupráce rozvíjí mezinárodní organizace buildingSMART, která vytvořila koncept OpenBIM. Jedná se o *„univerzální přístup zefektivňující spolupráci při projektování, realizaci a provozu staveb a je založený na otevřených standardech a pracovních postupech.“* [19]

Tato iniciativa je marketingovou kampaní významných softwarových společností s cílem globálně koordinovat propagaci myšlenky OpenBIM v AEC průmyslu. Organizace buildingSMART vyvinula certifikační systém za účelem dosažení kompatibility mezi jednotlivými SW řešeními využívající technologii BIM. [19]

O výměnném formátu IFC umožňujícím výměnu dat mezi jednotlivými softwarovými řešeními je pojednáváno v kapitole 5.1.5 této práce.



### 3.3 nD modely

Informační modely budovy se označují pomocí čísla udávajícího rozměr obsahujících informací. Následující tabulka nabízí přehled těchto rozměrů a jejich stručný popis:

Rozměr modelu	Popis modelu
2D	Zobrazení tvarů (čáry, křivky, výplně, atd.) v rovině. Součástí informačního modelu budovy je generování dvojrozměrné dokumentace (půdorysy, pohledy, řezy, atd.) z modelu. [13]
3D	Trojrozměrný model stavby udává její geometrii. BIM vyžaduje trojrozměrné zobrazení, ale 3D model může existovat jako samostatný - „bez inteligence“, tvořený výplněmi a bez možnosti provádět analýzy. Model tvořený z jednotlivých konstrukčních prvků metodikou BIM umožňuje vytvářet vizualizace a přelety, detekce kolizí, varianty řešení z estetického hlediska a další. [13]
4D	Časové údaje jsou čtvrtým rozměrem modelu. Umožňují vytvářet časové analýzy na 3D modelu, jejichž výsledkem je naplánování fází projektu a sledu konstrukčních prací. [13]
5D	Cenové údaje jsou pátým rozměrem modelu. Umožňují vytvářet cenové analýzy na 4D modelu, které zúčastněným stranám poskytují přehled o vývoji výstavby a souvisejících nákladech v průběhu času. [13]
6D	Model je doplněn údaji o životním cyklu budovy nutnými pro řízení facility managementu. [1]
7D	Model je doplněn údaji o udržitelnosti staveb. [1]
8D	Model je doplněn údaji o bezpečnosti staveb. [1]

*Tab. 1 – Rozměry modelů a jejich popis [Zdroj: autor]*

Specifikace obsahu jednotlivých modelů není ustálena a z různých zdrojů lze získat rozdílné informace. [1]

## **4. Historický vývoj**

Proces přechodu k využívání metodiky BIM se přirovnává k přechodu od způsobu projektování na rýsovacích prknech k využití výpočetní techniky [11]. V minulosti tento proces také přinášel mnohé vážné problémy, byl však logickým krokem spolu s vývojem IT.

Dnes už si bez počítačů nelze projekční činnost představit. Informační technologie ovšem dosáhly značného pokroku a nyní se opět nacházíme ve stejné situaci – metodika BIM má mnoho odpůrců a příznivců, kladů a záporů a bude muset překonat problémy jak s HW a SW vybavením, tak s přístupem odborné společnosti. Je samozřejmé, že pro zavedení metodiky bude potřeba ochota spolupracovat, učit se a věnovat tomuto procesu čas.

### **4.1 Počátky metodiky BIM**

Myšlenku o detailním strukturovaném modelu budovy, který je možno upravovat a zkoumat, se zabýval již v 60. letech 20. století inženýr a vynálezce Douglas C. Englebart. Počátky informačního modelu budov sahají až do 70. let, kdy byl architektem Charlesem M. Eastmanem vytvořen první software BDS (Building Description System = Popisný systém budovy) obsahující jednotlivé knihovní prvky vytvářející model budovy. Eastmanův další projekt GLIDE (Graphical Language for Interactive Design = Grafický jazyk pro interaktivní navrhování) z roku 1977 obsahuje většinu vlastností informačního modelu budovy, jak jej známe dnes. [10]

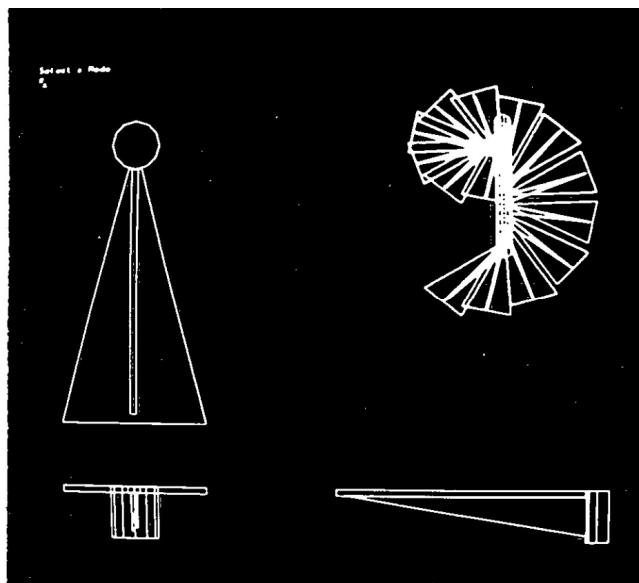
```

POLY PROCEDURE spiral.step(POLY centre;
    REAL riser,radius,r,angle,th)=
    BEGIN
    POLY support =
        triangle(radius*0.95,-riser*0.8,th);
    POLY collar = column(12,riser,r);
    POLY plate = wedge(radius,th,angle);
    ! return the result of shape operations;
    CUT centre FROM COMBINE collar WITH
        COMBINE support WITH plate
    END;

To make spiral staircase, (dimensions in inches)
SET PROCEDURE spiral.stair(ht,radius,angle)=
    BSET; INTEGER numsteps; REAL riser;
    numsteps ← ht/8.0;
    riser ← ht/numsteps;
    POLY centre = column(12,ht+32.0,5.0);
    POLY step = spiral.step(centre,
        riser,radius,3.0,angle,0.625);
    FOR i TO numsteps
        DO COPY step=10,riser*i \0,angle;i
    ESET;

SET stair1 = spiral.stair(100.0,46.0,30.0);

```



Obr. 5 – Ukázka vstupu (vlevo) a výstupu (vpravo) programu GLIDE [10]

V této době započal zejména ve Spojených státech a zemích sovětského bloku rychlý rozvoj aplikací. V roce 1982 započal v Maďarsku vývoj softwaru ArchiCAD využívajícího princip virtuálního modelu budovy. Na trh byl společností Graphisoft uveden o pět let později, což jej činí prvním softwarem implementujícím principy BIM. [10, 11]



Obr. 6 – Virtuální model budovy v programu ArchiCAD, 1984 [10]

Dalším významným milníkem ve vývoji technologie BIM byl vývoj výměnného formátu IFC, který umožňuje efektivní spolupráci mezi jednotlivými profesemi. [10]

## 4.2 Situace ve světě

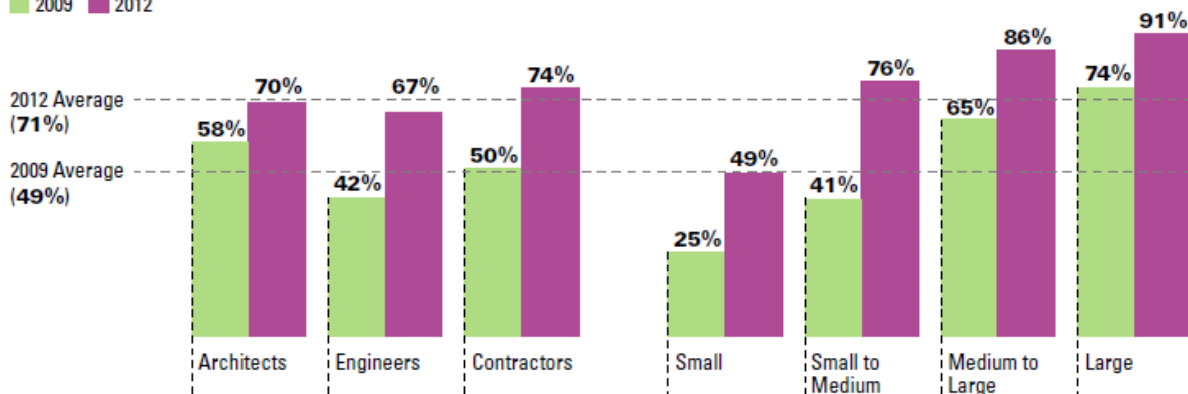
Ve vyspělých státech (např. Velká Británie, USA, skandinávské země, atd.) se technologie BIM využívá jak v soukromém, tak ve vládním sektoru, kde mají země stanoveny pravidla o povinnosti využívat BIM u státních zakázek různých hodnot při zadávání projektů na výstavbu budov či infrastruktury. Tato data sumarizuje tabulka v příloze č. 1.

Při průzkumu\* ve Spojených státech amerických byla hodnocena intenzita využití technologie BIM hlavními profesemi a velikost společností. Z grafů srovnávající data z let 2009 a 2012 vyplývá, že BIM je využíván průměrně 71% architektonických studií, inženýrských společností a dodavatelských firem. Při pohledu na využití BIM na základě velikosti firem lze zjistit, že velké společnosti jsou lépe uzpůsobeny pro implementaci. Všechna data mají vzestupnou tendenci. Během tří let došlo v USA k významnému růstu využití BIMu.

### BIM Adoption by Type and Size of Firm (2009 and 2012)

Source: McGraw-Hill Construction, 2012

■ 2009 ■ 2012



Obr. 7 – Přijetí BIM dle profese a velikosti firem [21]

\* Výsledky průzkumu byly zpracovány na základě odpovědí 33% malých firem, 31% malých až středních firem, 15% středních až velkých firem a 21% velkých firem. Velikost architektonických a inženýrských společností je definována podle ročního výdělku za rok 2011: malé firmy do \$500 000, malé až střední firmy od \$500 000 do \$5 000 000, střední až

*velké firmy od \$5 000 000 do \$10 000 000 a velké firmy nad \$10 000 000. U dodavatelských firem je rozdělení následující: malé firmy do \$25 miliónů, malé až střední firmy od \$25 miliónů do \$100 miliónů, střední až velké firmy od \$100 miliónů do \$500 miliónů a velké firmy nad \$500 miliónů.*

Dalším příkladem úspěšného zavádění metodiky je Velká Británie, kdy požadavek na zavedení BIM přišel ze strany vlády, jakožto největšího majitele majetku. Britové disponují strategií pro stavebnictví sahající až do roku 2025. Výstupy z informačního modelu budovy budou od roku 2016 povinnou součástí zadávání veřejných zakázek. [5]

Vyspělé státy mají naproti České republice několikaletý předstih. Již překonaly počáteční obtíže při zavádění technologie, zavedly legislativní rámec a založily organizace věnující se dalšímu rozvoji (buildingSAMRT). V porovnání se stavem v České republice bude trvat mnoho let, než se dostaneme na stejnou úroveň. Výhodou však je, že můžeme čerpat z hojných zahraničních zkušeností a tento proces výrazně zefektivnit a zrychlit.

### **4.3 Situace v ČR**

České stavebnictví se od roku 2008 zmítá v krizi, která dle odhadů zapříčinila odchod více než 50 000 pracovníků (v loňském roce na stavbách pracovalo zhruba 80 000 pracovníků). Přes mírné zlepšení situace na počátku tohoto roku je potřeba tento příznivý vývoj podpořit legislativními změnami v oblastech veřejných zakázek, stavebního zákona a posuzování vlivu staveb na životní prostředí (EIA), které zpomalují a znesnadňují projednávání územního rozhodnutí, stavebního povolení a zadávání veřejných zakázek. [23]

Oživením stavebnictví a částečným východiskem z krize by mohlo znamenat zavedení metodiky BIM do legislativy České republiky. Tento krok už započal přijetím Směrnice evropského parlamentu a rady 2014/24/EU ze dne 26. února 2014 o zadávání veřejných zakázek. Směrnice využití BIMu přímo nenařizuje, plnění jejích cílů je však pomocí této metodiky nejjednodušší. *„Nová směrnice by tak v budoucnu mohla vést k ozdravení stavebnictví a výběrových řízení, především díky tomu, že by kritérium ceny bylo doplněno o větší důraz na kvalitu díla, efektivitu a udržitelný růst. Nezanedbatelným plusem je také elektronizace veřejných zakázek.“* [24, 5]

Směrnice musí být do národních předpisů implementována nejpozději k 18. dubnu 2016. Do této doby však metodika pro zavedení BIMu nebude připravena. Započala však spolupráce mezi Ministerstvem průmyslu a obchodu s Odbornou radou pro BIM (czBIM), kde MPO figuruje jako koordinátor zavádění BIM do praxe v ČR. Výsledkem spolupráce je dokument formulující strategii zavedení metodiky BIM inspirovaný se zahraničními zkušenostmi, zejména Velkou Británií. [8]

MPO v zavedení metodiky BIM vidí velkou výhodu pro státní správu, neboť právě stát je největším majitelem a správcem majetku. [5] Výhody spočívají v úsporách v procesu přípravy, realizace a provozu budov a ve zvýšení dostupnosti podkladů při využívání nemovitostí. [8]

Principy metodiky BIM se dostávají do povědomí odborné veřejnosti zejména díky akcím pořádaným různými organizacemi (czBIM, BIM fórum, OpenBIM, atd.), vydáváním publikací a článků. I když stále existují mýty o BIMu, není již problém se dostat k materiálům toto téma popisujícím, ať už v českém či jiném světovém jazyce.

V oboru vzdělávání na úrovni vysokých i středních škol probíhají diskuze, jakým způsobem BIM zařadit do studijních plánů a pojmut vyučovací hodiny.

Důležitým krokem je zavedení metodiky BIM do české legislativy. V českém jazyce vyšlo již několik překladů norem ISO. Přehled přeložených a připravovaných mezinárodních norem je obsažen v tabulce 2.

Vydané normy	Připravované normy
TC59 / SC13 (organizace informací o stavebních pracích) – od 02/14 v ČSN! – ČSN ISO 12006-2:2014 Budovy a inženýrské stavby – Organizace informací o stavbách – Část 2: Rámec pro klasifikaci informací – ČSN ISO 12006-3:2014 Budovy a inženýrské stavby – Organizace informací o stavbách – Část 3: Rámec pro objektově orientované informace – ČSN ISO 16354:2014 Obecné zásady pro znalostní a objektové knihovny – ČSN ISO 22263:2014 Organizace informací o	ISO 16757-1 Data structures for electronic product catalogues for building services --Part 1: Concepts, architecture and model
	ISO/DIS 16757-2 Data structures for electronic product catalogues for building services --Part 2: Geometry

stavbách – Rámec pro správu informací o projektu – ČSN ISO 29481-1:2014 Informační modelování staveb – Manuál pro předávání informací – Část 1: Metodika a formát – ČSN ISO 29481-2:2014 Informační modelování staveb – Manuál pro předávání informací – Část 2: Rámec pro vzájemnou spolupráci – ČSN P ISO-TS 12911:2014 Rámec pro návody na informační modelování staveb (BIM)	ISO/DIS 29481-1 Building information modelling --Information delivery manual --Part 1: Methodology and format
	ISO 12006-2 Building construction -- Organization of information about construction works --Part 2: Framework for classification
TC184 / SC 4 (automatizované systémy a integrace) – od 08/14 v ČSN! – ČSN ISO 16739 Datový formát Industry Foundation Classes (IFC) pro sdílení dat ve stavebnictví a ve facility managementu	ISO/NP 19650-1 Organization of information about construction works --Information management using building information modelling --Part 1: Concepts and principles
TC59 / SC14 (lifeplanning) – ČSN ISO 15686-4 Budovy a jiné stavby - Plánování životnosti - Část 4: Plánování životnosti s využitím informačního modelování staveb (BIM)	ISO/NP 19650-2 Organization of information about construction works --Information management using building information modelling --Part 2: Delivery phase of assets

*Tab. 2 – Seznam vydaných a připravovaných norem [5]*

V soukromém sektoru byla v České republice zrealizována první stavba vyprojektovaná pomocí metodiky BIM. Jedná se o administrativní budovu Riverview Smíchov, kterou zrealizovala společnost SKANSKA a.s. V současné době Skanska dokončuje další projekt a začíná práce na nových projektech využívajících BIM. [20]

## 5. Implementace BIM

*„BIM je z 10% o technologiích a z 90% o sociologii.“ [2]*

Podstata metodiky BIM je založená na koordinaci jednotlivých profesí. Uvážíme-li, že jsme v zavádění teprve na začátku a BIM má mnoho příznivců a odpůrců, jsou to právě lidé, kteří musí mít snahu se do procesu zapojit a spolupracovat s ostatními v zájmu co nejlepšího výsledku. Existuje mnoho překážek, které je nutno při implementaci překonat. Následující kapitoly se věnují aspektům, které je potřeba se při implementaci zabývat, a výhodám, kterých lze úspěšnou implementací dosáhnout.

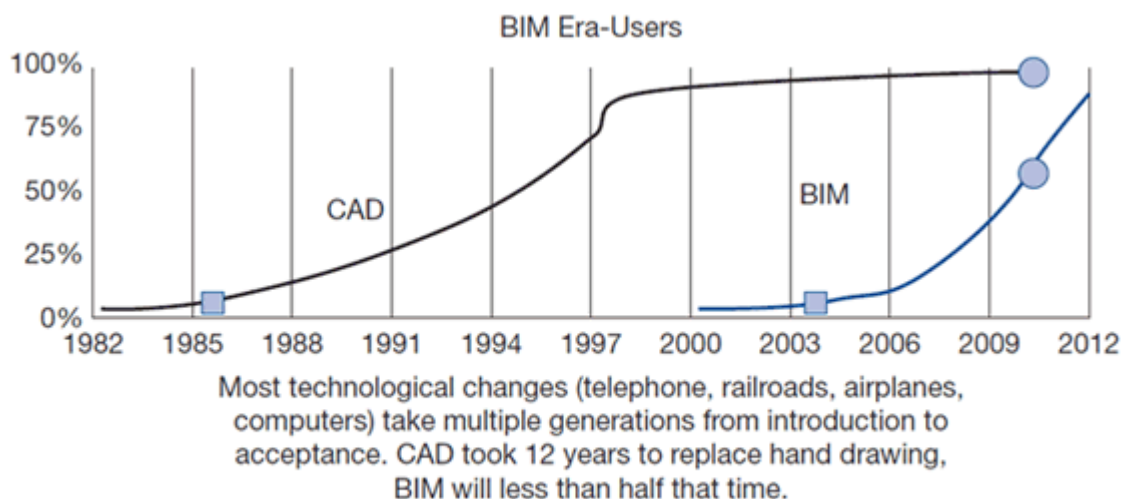
### 5.1 Aspekty implementace

#### 5.1.1 Lidé

Osobní iniciativa, přirozený respekt a důvěra, lidská povaha, pohodlí při práci, pracovní postupy, vliv technologie na projektování, pracovní návyky, osobnost, spolupráce a komunikace pracovníků ovlivňují efektivnost a účinnost zavedení metodiky BIM do firemního prostředí. Je potřeba sjednotit pracovní návyky, postoje a smýšlení zaměstnanců firmy pro efektivní implementaci. [2]

Jedním z hlavních problémů je nedostatek odborníků pro koordinaci BIM projektů a laxní přístup projektantů ke změně zavedeného systému. Z obrázku 8. lze vyčíst, že přechod z rýsovacích prken k využívání CAD softwarů trval 12 let. Černá křivka byla vytvořena v roce 1986 (modrý čtverec) a správně předpověděla přijetí CAD technologie. Předpověď přijetí BIM (modrá křivka) vytvořená v roce 2004 počítá s dvojnásobně kratším časem (modré kolečko označuje skutečný stav v roce 2010).





BIM Products: Revit, ArchiCAD, Digital project (Catia), Bentley, VectorWorks, Tekla

Obr. 8 – Předpověď přijetí CAD a BIM metodiky [2]

Nedostatek příležitostí pro implementaci souvisí s nezájmem investorů, uživatelů a správců o BIM projekty. [1] Tato situace se ovšem pravděpodobně změní díky přijetí mezinárodní směrnice 2014/24/EU, o které pojednává kapitola 4.3.

### 5.1.2 Legislativa

Implementace BIM do českého stavebnictví je podmíněna sjednocením veškerých právně ošetřených pravidel. Již platná legislativa se zabývá těmito otázkami:

- Jak data uložit a sdílet, formáty souborů (ČSN ISO 16739 Datový formát Industry Foundation Classes (IFC) pro sdílení dat ve stavebnictví a ve facility managementu; od 8/2014 součást ČSN) [6]
- Jaká data sdílet, porozumění mezi profesemi, terminologie (ČSN ISO 12006-2:2014 Budovy a inženýrské stavby – Organizace informací o stavbách – Část 2: Rámec pro klasifikaci informací; od 2/14 součást ČSN) [6]
- Definování procesů, filtrování potřebných dat, výběr dat v dané etapě (ČSN ISO 29481-1:2014 Informační modelování staveb – Manuál pro předávání informací – Část 1: Metodika a formát; od 2/14 součást ČSN) [6]

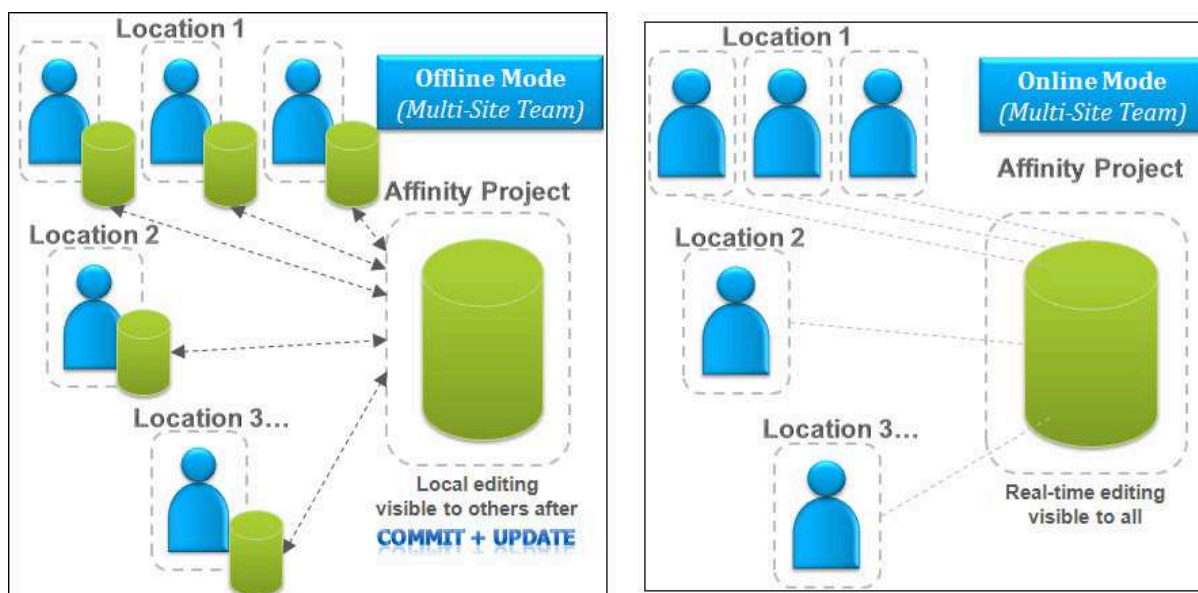
Na vytváření ISO norem spolupracuje mezinárodní organizace buildingSMART a Mezinárodní organizace pro normalizaci (International Organization for Standardization). [6]

Přehled vydaných a připravovaných ISO norem týkajících se BIM je uveden v tabulce 2 v kapitole 4.3.

### 5.1.3 Spolupráce mezi profesemi

Efektivní spolupráce mezi jednotlivými profesemi při řešení BIM projektů spočívá v nastavení pravidel v rámci jedné i více firem. V pracovních postupech (workflow) musí být řešeny otázky posloupnosti prací, vyjasněné pravomoci a role, způsob předávání dat atd.

Na informačním modelu budovy lze pracovat dvěma způsoby. Prvním způsobem je vytvoření kopie aktuálního modelu a provedení změn. Následně je provedena synchronizace nově přepracované kopie s hlavním modelem. Druhý způsob spočívá v online spolupráci všech profesí na jednom modelu umístěném na serveru. Omezení zasahování pracovníků do stejných částí projektu je ošetřeno uzamykáním oblastí, požadavky na revize adresovaným jednotlivým pracovníkům, automatickou detekcí kolizí a dalšími funkcemi. Výběr způsobu sdílení modelu závisí na počtu pracovníků vytvářejících model, velikosti firmy a na nastavených pracovních procesech.



Obr. 9 – Způsoby sdílení modelu [9]

#### 5.1.4 Software

V projekčních firmách jsou nejčastěji zavedeny CAD řešení. Přestože se v současné době ceny projekčních softwarů pohybují v podobné relaci (mimo ekonomicky nenáročné 2D řešení), představuje softwaru BIM významnou investici. Nelze také opomenout finance vydané na školení personálu, hardwarové vybavení a nastavení procesů ve firmě. [1]

Název softwaru	Kč bez DPH*
CAD řešení	
AutoCAD 2016	131 301
progeCAD 2016 Professional (USB licence)	11 900
BricsCAD Classic	12 970
BIM řešení	
AutoCAD Revit Architecture 2015	165 514
Allpan Architecture 2016	126 000
ArchiCAD 18	138 800

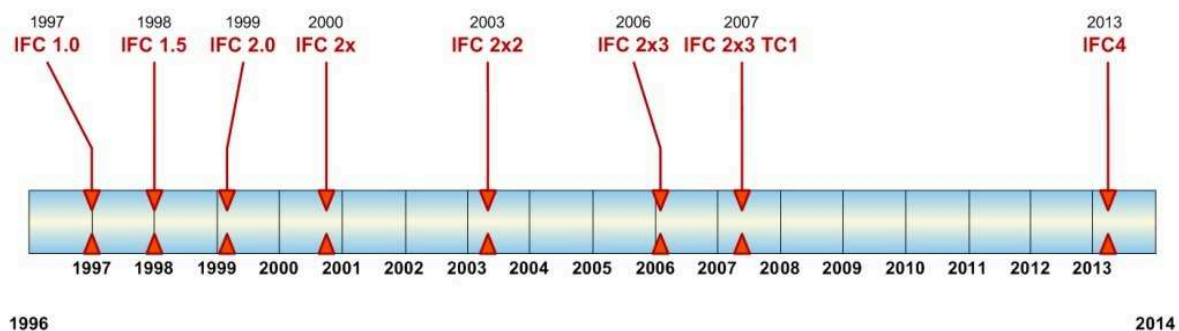
Tab. 3 – Porovnání cen CAD a BIM softwarů [Zdroj: autor]

\* Ceny jsou pouze orientační (k 1.9.2015) a mohou se lišit dle kurzu Eura (1 EUR = 27,02Kč), počtu licencí, variant dodávky a dalších okolností.

#### 5.1.5 Výměnný formát

Aby byla umožněna mezioborová spolupráce, a tím splněna jedna z hlavních myšlenek metodiky BIM, bylo potřeba vyřešit problém poskytování modelu napříč jednotlivými profesemi pracujícími s rozdílným softwarovým řešením. Organizace buildingSMART za tímto účelem vytvořila a dále vyvíjí otevřený veřejně dostupný standard IFC (Industry Foundation Classes). Tento standard umožňuje softwarovým společnostem vyvíjet různé aplikace ve formátu IFC. [1]

V současnosti je většina softwarů certifikovaná pro import a export dat ve formátu IFC 2x3 (přehled certifikovaných SW je k dispozici na oficiálních stránkách organizace buildingSMART: <http://www.buildingsmart-tech.org>). Formát IFC se neustále inovuje. V roce 2013 byla publikována nová vylepšená verze IFC4.



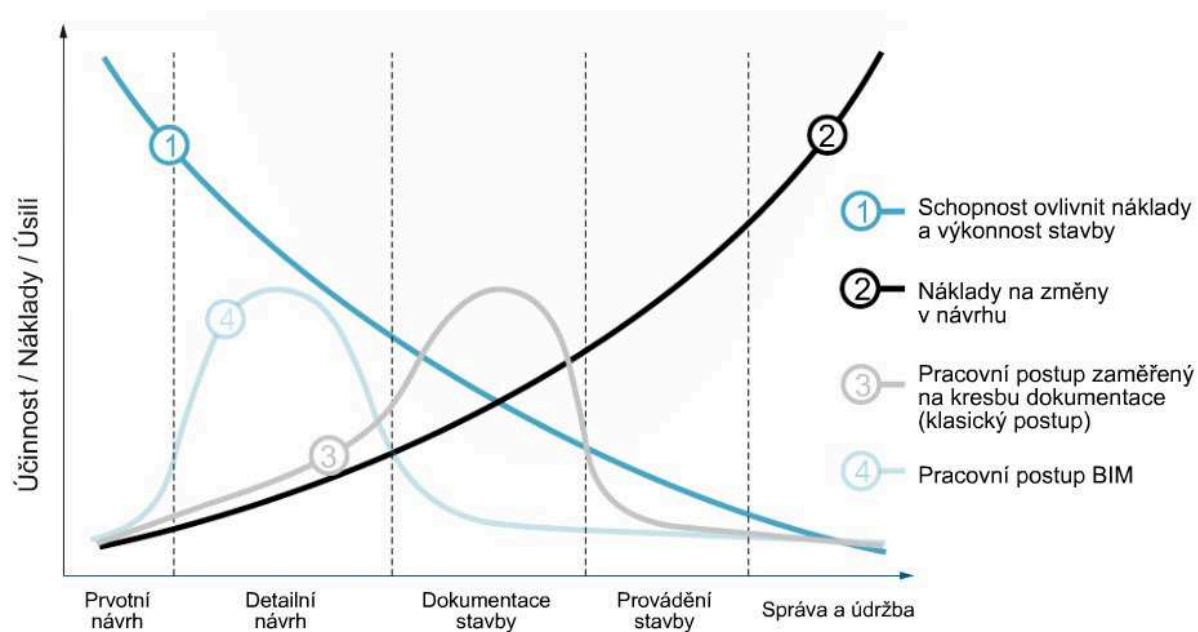
Obr. 10 – Historie formátu IFC [6, upraveno]

## 5.2 Výhody BIM při úspěšné implementaci

Při úspěšné implementaci metodiky BIM do firemního prostředí lze z obecného pohledu těžit z těchto benefitů:

- úspora nákladů a času počítaná za celý životní cyklus stavebního díla [1]
- zlepšení komunikace mezi účastníky stavebního procesu [1]
- zlepšení kontroly stavebního procesu [1]
- zlepšení kvality výsledného díla [1]
- zvýšení transparentnosti a lepší přístup k informacím při rozhodování v různých etapách životního cyklu stavby [1]
- ochrana životního prostředí díky možnostem simulací v etapě přípravy projektu [1]
- snadnější možnost zpracování variant [1]
- snadné provádění změn projektu [3]
- automatické vytváření 2D dokumentace [3]
- mezioborová spolupráce v rané fázi projektu [3]
- vznik 3D modelu v rané fázi projektu (pro lepší představu investora) [3]
- přesnější odhady nákladů v raných fázích návrhu [3]
- zdroj informací pro správce objektu, možnost propojení s CAFM systémem [3]

Naproti projektování v CAD je má BIM průběh prací podle obrázku X, se přesouvá do prvních fází návrhu. Znamená to, že se projektanti musí zabývat detailním řešením již na počátku projektu, což má za následek potřebu posunout termíny odevzdávání jednotlivých fází dokumentace. [1] Odměnou však jsou snížené náklady na provádění změn, neboť čím dříve se se změny provedou, tím levnější a snadnější tato změna bude.



Zdroj: Patrick MacLeamy, AIA/HOK  
Překlad a zpracování: Martin Černý, VUT v Brně, 2013

Obr. 11 – Porovnání klasického postupu s metodikou BIM [1]

## 6. BIM a zainteresované strany

Následující podkapitoly popisují, s jakými údaji z informačního modelu budovy zainteresované strany pracují, jaké konkrétní výhody pro ně model přináší a jak se mění jejich role při úspěšné implementaci BIMu.

### 6.1 Investor a facility manager

Dosud bylo o metodice BIM pojednáváno v souvislosti s novými projekty. V případě, že investor kupuje již stávající objekt (často bez projektové dokumentace), může být zváženo dodatečné vytvoření informačního modelu. Velkým usnadněním při tomto kroku je laserové skenování při zaměřování skutečného stavu, kdy se během krátké doby zaměří prostory a vytvoří se model, který je však nutno doplnit o další data. Takto vytvořený model je zdrojem informací pro facility manažera.

#### 6.1.1 *Investor*

Investor často není odborníkem z oblasti stavebnictví a bývá pro něj těžké technickým záležitostem projektu porozumět. V první řadě by mělo dojít k zvýšení jejich povědomí o metodice BIM, kteří mohou při zadávání projektu požadovat vytvoření informačního modelu budovy, a seznámit je s výhodami, které pro ně model přináší. Mezi tyto výhody patří zejména snížení rizika finanční ztráty prostřednictvím prováděných simulací, zkrácení délky projektu koordinací stavebních prací, získáním spolehlivých a přesných odhadů nákladů na výstavbu, lepší představě a porozumění návrhu stavby (3D model v rané fázi projektu) a v neposlední řadě snížením nákladů na provoz a údržbu v provozní fázi životního cyklu stavby. [3]

Rozhodne-li se investor pro metodiku BIM, vynaloží větší finanční prostředky na návrh, které jsou však kompenzované levnější realizací stavby a jejím levnějším provozem. [1]

### 6.1.2 *Facility manager*

Facility manager by měl být přítomen už u prvních fází projektu a svými připomínkami přispět ke snížení provozních nákladů na co nejmenší možnou míru. Informační model budovy je pro facility manažera významným usnadněním práce a cenným zdrojem informací, které potřebuje pro řízení provozu a údržby. Stav dokumentace, které mají v současné době facility manažeři k dispozici, bývá nevyhovující. Projektová dokumentace je často neúplná a neaktualizovaná. Informace lze získávat z dokumentace skutečného provedení stavby, která však není pravidelně aktualizována. Návodů na údržbu staveb nejsou legislativně požadovány, a proto většinou chybí.

Pro facility manažera BIM model dále představuje nástroj pro snadnější vizualizaci a lokalizaci stavebních prvků v rámci objektu. Lze jej také propojit s informačním systémem typu CAFM (Computer Aided Facility Management = softwarová podpora správy majetku). [1]

## 6.2 **Architekt a projektant stavební části**

Architekti a projektanti se budou muset sžít s novým rozložením prací, které metodika vyžaduje. Největší úsilí bude vynakládáno v počátečních fázích projektu (viz. Obr. 11 – Porovnání klasického postupu s metodikou BIM). Metodika BIM umožňuje vyloučit vlastní chyby při návrhu včasnou detekcí kolizí stavebních prvků. Provádění energetických, cenových a dalších analýz během návrhu přispívá ke kvalitě budovy. [1]

### 6.2.1 *Architekt*

Pracovní postupy architekta se s nasazením metodiky BIM příliš nemění, spíše se zjednodušují. Pro architekta je informačním modelem budovy velmi výhodným nástrojem umožňujícím snadné vytvoření variantních řešení projektu – není potřeba znovu vytvářet nový 3D model, pouze jej upravovat. Model slouží také k prezentaci klientovi již v raných fázích projektu. [1]

Další výhodou je rychlá odezva statika ohledně možností konstrukce a snadná modifikace návrhu. Vytvořením koncepčního návrhu vzniká model budovy obsahující veškerá geometrická data pro zpracování specifického řešení dalšími profesemi. [1]

### *6.2.2 Projektant stavební části*

Metodika BIM vede projektanty k řešení detailů stavby již v počátečních fázích projektu, což je výhodné pro výslednou kvalitu návrhu. Informační model se stává efektivním prostředkem pro komunikaci s architektem i klientem. [1]

Software využívající technologii BIM automaticky generuje 2D výkresy, výpisy prvků, výkazy výměr a objemů, snadno vytváří libovolné řezy a pohled a snižuje chybovost při překreslování podkladů. Pokud výrobci stavebních prvků a vybavení vytvoří knihovny prvků svých výrobků s přesnými parametry a vlastnostmi, bude informační model budovy ještě přesnějším zdrojem informací a práce projektantů bude výrazně usnadněna. [1]

Model umožňuje snadné zpracování dokumentace skutečného provedení stavby (DSPS), která je důležitým podkladem pro správu objektu. Model je také cenným zdrojem informací při plánování rekonstrukce, demolice objektu a s tím spojené likvidaci odpadu. [1]

## **6.3 Rozpočtář**

Rozpočtářům informační model budovy výrazně zjednodušuje práci pomocí automaticky generovaných výkazů výměr, usnadňuje pochopení návrhu pomocí vizualizací a je zdrojem neustále aktuálních podkladů. [1]

Pomocí modelu lze kontrolovat rozdíly mezi plánovanými a skutečnými náklady (controlling). Dále lze vytvářet cenové analýzy pro rozhodnutí o variantě řešení a ocenění změn návrhu. Model musí být propojen s cenovou databází. [1]



## **6.4 Statik**

Statik přebírá architektonický či stavební návrh a přizpůsobuje změny v modelu dle výpočtů pomocí statických softwarů využívajících formát IFC. Tyto SW umožňují vytvářet simulace chování stavby v různých podmínkách. [1]

## **6.5 Zhotovitel**

Zhotovitel může pomocí informačního modelu kontrolovat časové a finanční harmonogramy. Při realizaci se také výrazně sníží počty kolizí vyloučených vlivem úspěšně koordinovaného návrhu stavby a eliminací opomenutí zaznačení změn v projektové dokumentaci. Informační technologie nabízejí také využití efektivního nástroje – tabletu – pro práci s 3D modelem přímo na stavbě. [1]

## **6.6 Projektant TZB**

Projektanti technických zařízení budov se musí potýkat s nedostatkem knihovních prvků výrobců TZB zařízení. Vytvoření těchto prvků výrobcí by velmi usnadnilo a zefektivnilo práci projektanta na modelu, provádění energetických simulací a výběr nejlepší varianty na základě výsledků analýz. [1]

## 7. Praktická část

Vědomosti získané při zpracovávání teoretické části budou aplikovány na vytvoření části informačního modelu Velkého světa techniky – Science and Technology Center Ostrava (zkratka STC). Tato budova byla projektována tradičním způsobem, k dispozici je tedy pouze 2D dokumentace ve formátu dwg. Z důvodu velikosti stavby (podlahová plocha celého objektu činí celkem 12 000 m<sup>2</sup>) byla pro vytvoření modelu vybrána výstavní síň pro dočasné expozice (950 m<sup>2</sup>). Tento „malý“ prostor, v porovnání s celým objektem, je dostatečný pro demonstraci principů BIM a zároveň byl vybrán za účelem vytvoření efektivního nástroje pro facility manažera STC, který pravidelně poskytuje technické informace o místnosti pořadatelům výstav.



*Obr. 12 – Multifunkční místnost STC Ostrava [autor]*

Při plánování výstav obvykle pořadatel zasílá dotazy ohledně výstavních prostor, na které odpovídá facility manager. Příprava podkladů zabírá mnoho času. Vystavovatelé se zajímají o různé technické parametry související s typem vystavovaných předmětů. Otázky vyjadřují prostřednictvím svých dotazníků vytvořených na míru konkrétní výstavy. Z tohoto důvodu nelze vypracovat jednotný dokument o technických informacích o výstavních prostorech, neboť by byl příliš rozsáhlý a obsahoval by mnoho informací, které běžný vystavovatel nepotřebuje znát.

Dotazy vystavovatelů obvykle směřují na podlahovou plochu místnosti, výšku stropu, dispozici místnosti, osvětlení, možnosti dopravy a manipulace s exponáty. Důležitými je také umístění elektrických zásuvek, intenzita umělého a denního osvětlení, umístění osvětlení, druh nášlapné vrstvy podlahy, umístění hasících systémů (sprinklery), možnosti upevnění uměleckých děl na stěnu, bezpečnost, atd.

Z tohoto výčtu je zřejmé, že dotazů na technické parametry výstavní síně může vzniknout mnoho a zodpovězení všech otázek pomocí 2D dokumentace není vždy možné. V případě vybrané místnosti vzniká navíc problém s měnící se světlou výškou stropu z důvodu šikmého zastřešení tohoto prostoru a přiznaného technického vybavení, které výšku místnosti dále snižuje.

Informační model výstavního prostoru STC je dle mého názoru ideálním zdrojem veškerých informací potřebných pro přípravu instalací dočasných expozic. 3D model poskytuje lepší představu o prostorech než 2D dokumentace. V modelu lze snadno zobrazit požadovaná data, usnadní práci a ušetří čas facility manažerovi. Přidaná hodnota modelu spočívá v atraktivní prezentaci prostorů.

Prezentace prostor bude řešena pomocí aplikace BIMx, o které pojednává kapitola 7.3.3.

## **7.1 Velký svět techniky**

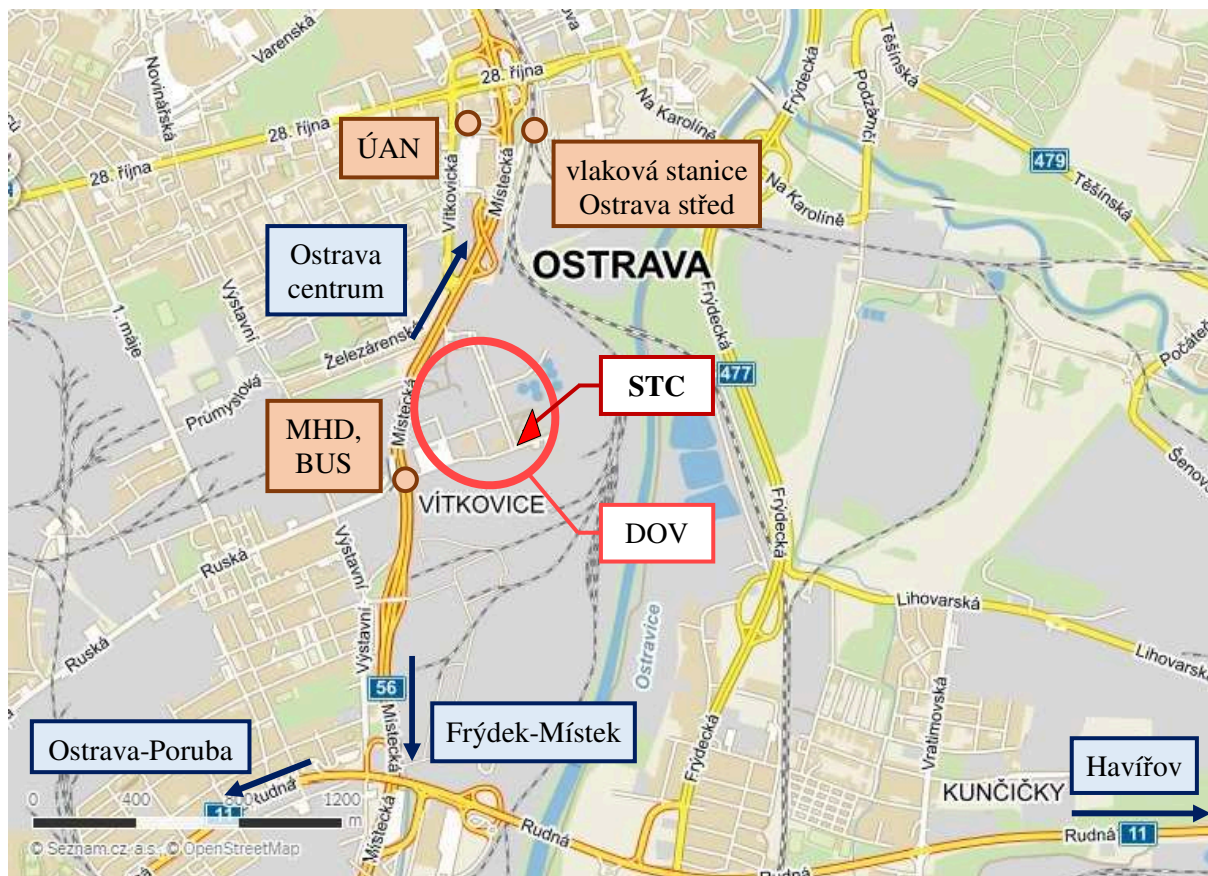
Realizace Velkého světa techniky (v areálu DOV se nachází také Malý svět techniky) byla zahájena 1. 12. 2011. a dokončena 30. 9. 2014. Celkové výdaje na projekt činily 656,7 mil. Kč, z toho byla částka 536 milionů pokryta dotací evropské unie (455,8 mil. Kč) a příspěvkem státního rozpočtu (80,4 mil. Kč). [16]

### *7.1.1 Situace širších vztahů*

Řešený objekt se nachází ve městě Ostrava-Vítkovice, popisné číslo 3004.

Budova STC je situována ve východní části areálu národní kulturní památky Dolní oblast Vítkovice (DOV; mapa areálu je obsahem přílohy č. 2). Areál je umístěn na pomezí

městských částí Moravská Ostrava a Vítkovice. Dopravní dostupnost je zajištěna silnicí I. třídy č. 56 vedoucí ulicí Místecká. V blízkosti areálu se nachází tramvajové a autobusové zastávky MHD, zastávky meziměstské dopravy, ústřední autobusové nádraží (ÚAN) a vlaková stanice Ostrava střed.



Obr. 13 – Situace širších vztahů [17, upraveno]

### 7.1.2 Historie areálu

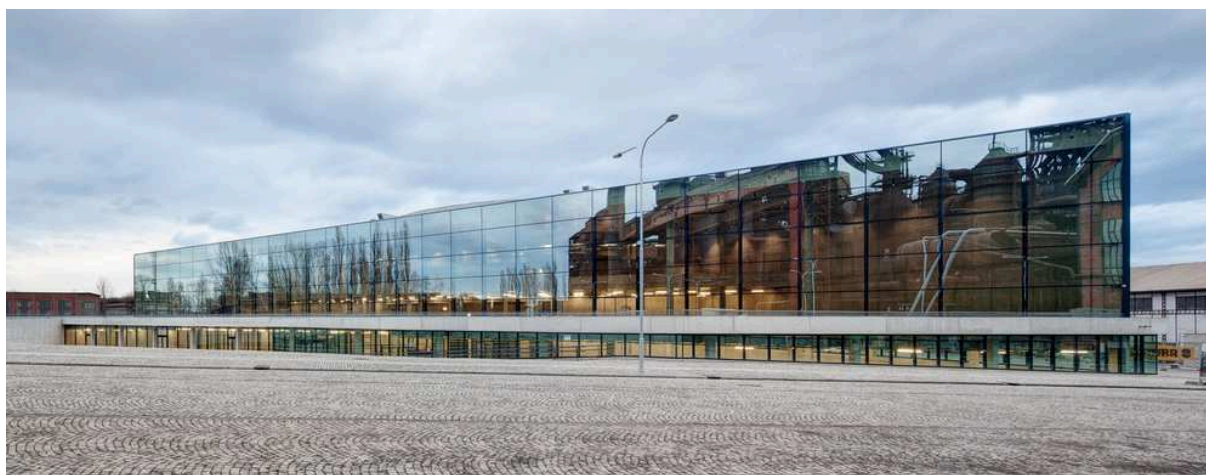
Historie těžby černého uhlí se ve vítkovické oblasti datuje už od roku 1851, kdy byl založen důl Hlubina. „Mezi dolem Hlubina a vysokými pecemi Vítkovických železáren byla vybudována koksovna. Tím vznikl ojedinělý komplex od těžby uhlí, přes úpravnu, výrobu koksu až k výrobě surového železa. Spojení mezi jednotlivými částmi výroby zajišťovaly pásové dopravníky, zavážecí zařízení a dopravní mosty. Dnes je tento průmyslový komplex Národní kulturní památkou ČR a dědictvím EU, jako jediný svého charakteru v celé Evropě. Na žádném jiném místě není pohromadě tato celá procedura. Uhlí bylo do ostatních železáren v Evropě vždy dováženo.“ [16]



### 7.1.3 Popis budovy

Objekt je trojpodlažní s hlavním vstupem v 1. PP, které se nachází pod úrovní okolního upraveného terénu a k budově se svažuje ve formě ustupujících zpevněných ploch sloužících k odpočinku. Půdorys rovnoramenného trojúhelníku se zaoblenými rohy vychází ze siločar magnetického pole, které mezi sebou vytvářejí jeho opačné póly. Výrazným prvkem objektu je uliční prosklená fasáda (125m dlouhá a 12,5 vysoká), která zrcadlí obraz okolních průmyslových staveb. [12]

V budově jsou umístěny stále expozice vědecky a technicky zaměřených výstav, které jsou tematicky rozděleny do čtyř částí – Dětský svět, Svět vědy a objevů, Svět civilizace a Svět přírody. Dále zde lze nalézt prostor pro dočasné výstavy, 3D kino, Divadlo vědy a učebny, dílny a laboratoře pro studenty, kteří se zde přicházejí vzdělávat.



Obr. 14 – STC Ostrava [12]

## 7.2 Analýza potřebných informací pro přípravu výstavy

Proces přípravy výstavy začíná dotazy ze strany vystavovatele na poskytovatele výstavních prostor. Vystavovatelé exponátů většího rozsahu a náročnosti na vlivy okolního prostředí mají zpracovány vlastní dotazy pro poskytovatele prostor ve formě dotazníku. Zodpovězení těchto požadavků zabírá mnoho času zodpovědné osoby, v případě STC facility manažera. Vystavovatelé menších a méně náročných expozic často požadují pouze základní informace. V obou případech poskytne nejvíce informací prohlídka výstavních prostor. I přes veškeré

poskytnuté informace se většinou objeví technické problémy při dopravě a instalaci exponátů, které je nutno v rychlosti efektivně řešit.

Předcházení výše popsaným problémům může pomoci vytvoření komplexního informačního zdroje, který bude obsahovat veškeré technické informace o místnosti a k ní vedoucím přístupovým cestám. V úvahu musí být brán fakt, že vystavovatelé nejsou stavební odborníci a proto by měly být materiály srozumitelné pro laickou veřejnost.

Většina vystavovatelů nemá speciální požadavky a své exponáty vystavují klasickým způsobem – připevněním na pohyblivé SDK příčky, ve vitrínách, na nástěnných lištách a podobně. Proto je efektivní v informačním zdroji neposkytovat příliš detailní technické údaje, které jsou pro tento převažující typ vystavovatelů nepodstatné a zahlcující.

Příklad dotazníku (tzv. facility reportu) vystavovatele rozsáhlé a náročné expozice je obsahem přílohy číslo 3. Dotazník vytvořilo Slezské zemské muzeum pro získání informací potřebných k uspořádání výstavy s názvem Magičtí Lucemburkové, při které bylo vystavováno několik historických exponátů citlivých na světlo, teplotu a vlhkost vzduchu v místnosti.

Informační zdroj pro vystavovatele by měl být:

- srozumitelný
- názorný
- univerzální – neměl by obsahovat příliš detailní technické informace
- efektivním nástrojem usnadňujícím práci facility manažera
- prostředkem pro atraktivní prezentaci výstavních prostor

Následující kapitoly se věnují stanovení problémů, které mohou vzniknout při přípravě výstav, vyplývajících z technických parametrů místnosti a jejího umístění v rámci objektu. Jednotlivé oblasti technického řešení jsou analyzovány na základě potřebných informací pro vystavovatele. Zpracovaný dokument je obsahem přílohy 4.

### *7.2.1 Specifika výstavního prostoru*

Prostor je otevřený, prosvětlený prosklenou obvodovou fasádou a od přiléhajících místností je oddělen prosklenými příčkami na výšku podlaží (pouze od prostoru šatny je oddělen stěnou).

Dle záměru architekta je veškeré technické zařízení nezakryté a vedené volně po stěnách a stropěch. Instalace vzduchotechniky, požárního potrubí a zavěšená svítidla snižují výšku místnosti. V části výstavního prostoru se mění světlá výška místnosti vlivem šikmosti stropu. Povrchové úpravy stěn, sloupů a stropů jsou z pohledového betonu. V podlaze se nachází kanály s elektrickým vedením. Další místa pro připojení k elektrické energii se nacházejí na stěnách a ve stropních lištách. Do prostoru se šíří hluk ze vstupní haly a vedlejší stálé expozice přes otvory v příčkách.

### *7.2.2 Problémy výstavního prostoru*

Prostor pro dočasné expozice v podstatě nejsou prakticky řešeny a na její nedostatky se přijde většinou až při speciálním požadavku vystavovatele. STC se nebrání napravením těchto nedostatků.

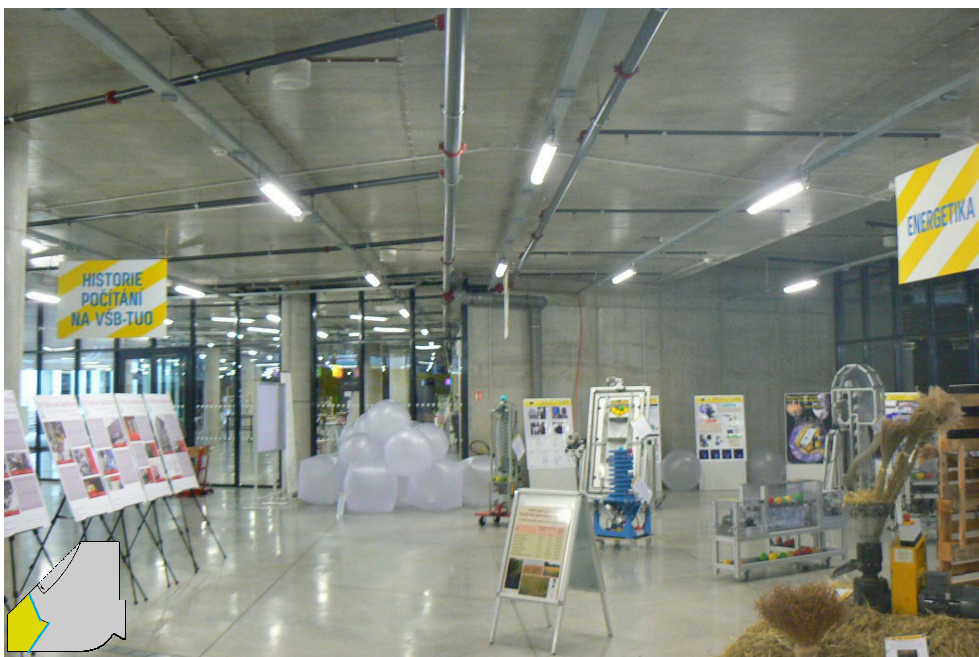
- Absence zásuvek s napětím 380V

Tento problém byl řešen při výstavě s názvem „Máme energii na rozdávání“, kde se představovaly jednotlivá pracoviště VŠB-TU Ostrava. Mezi vystavovanými exponáty se nacházely přístroje fungující na toto napětí.

Napětí bylo do místnosti přivedeno z přiléhající šatny přes otvor v prosklené příčce a kabely rozvedeno po výstavním prostoru. V blízké době se plánuje dodatečné přivedení rozvodu napětí 380V do místnosti.

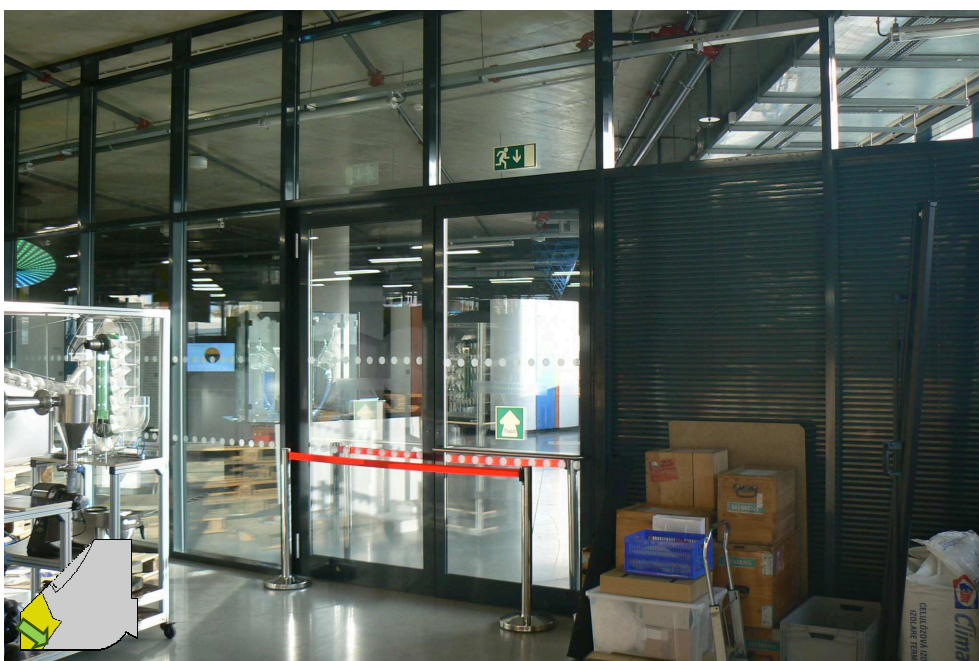
- Absence stínící techniky na obvodovém proskleném plášti a vnitřních prosklených příčkách

Požadavek na stínící techniku proskleného obvodového pláště a vnitřních prosklených příček do této doby nebyl vznesen, v případě nutnosti bude stínící technika instalována.



*Obr. 15 – Průhled do vstupní haly (vlevo) a do sousední expoziční místnosti (vpravo) [Zdroj: autor]*

Z místnosti lze vidět prostor vstupní haly a vedlejší místnosti pro stálé expozice (viz obr. 15). Právě vedlejší výstavní místnost by v budoucnu mohla působit rušivě a optické oddělení by bylo řešením. V příčce je ovšem umístěn únikový východ, jehož funkce by musela zůstat zachována.



*Obr. 16 – Únikový východ [Zdroj: autor]*

- Ovládání umělého osvětlení



Zářivky jsou připevněny na zavěšené hliníkové liště v devíti řadách. Osvětlení celého objektu je ovládáno centrálně z recepce prostřednictvím systémového řízení Dali od společnosti OSRAM. Požadavek vystavovatelů na zvláštní režim osvětlení doposud nebyl vznesen, avšak všechna světla v místnosti lze uvést pouze do režimu vypnuto/zapnuto. Stmívání nebo zapínání/vypínání jednotlivých svítidel či řad by mohlo být v budoucnosti od vystavovatelů vyžadováno.

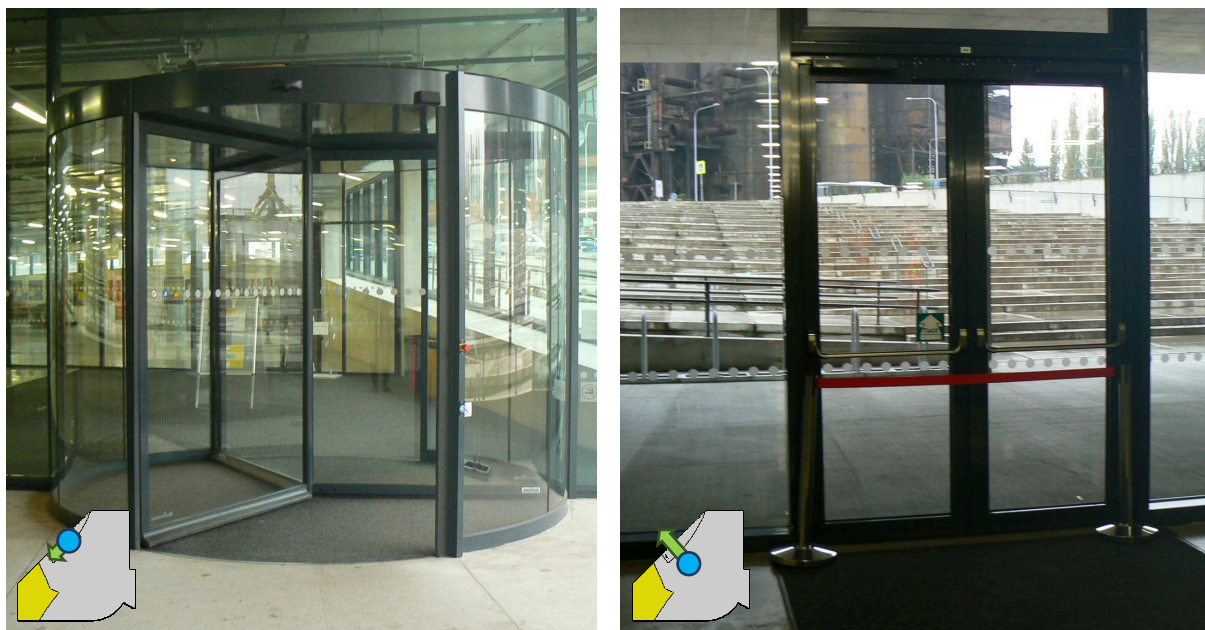
- Obtížná doprava exponátů

Největší problém je však nepřizpůsobení cesty exponátů do výstavního prostoru. Přístupová cesta hlavním vchodem je omezena rampou šířky 2,75 m určenou pro vozíčkáře, která je ovšem vyhlávaná a z konstrukčních důvodů na ni nemohou být vpouštěna vozidla.



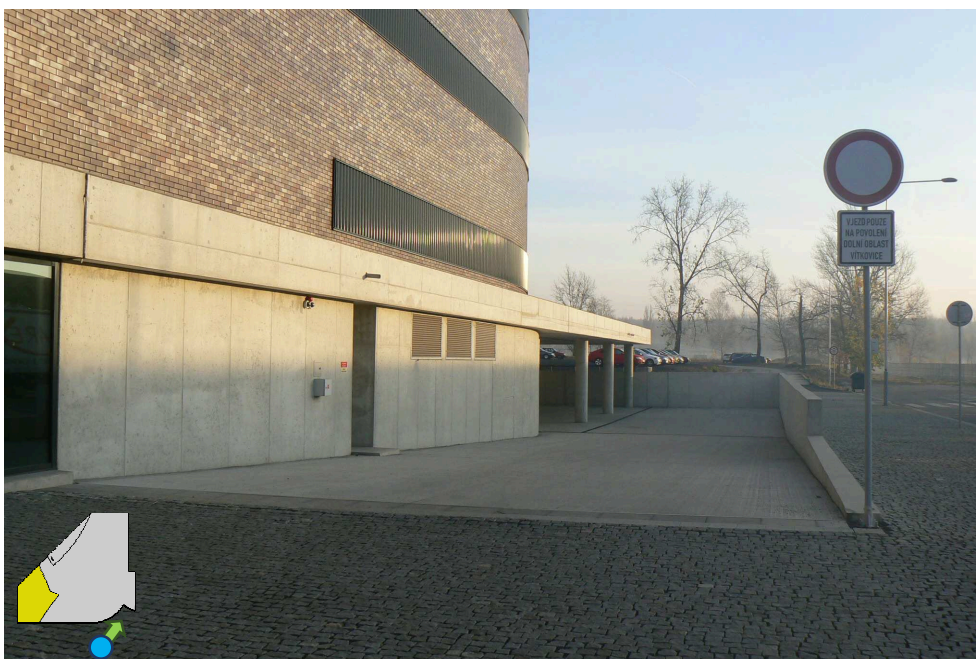
*Obr. 17 – Rampa pro vozíčkáře [Zdroj: autor]*

Hlavní karuselové dveře (1700/2600 mm) také nejsou ideální pro stěhování, lze však použít vedlejší otevíravé dveře rozměrů 1700/2600 mm.



*Obr. 18 – Vstupy do objektu [Zdroj: autor]*

Přístupová cesta ze zadní části objektu je primárně přizpůsobena dopravě exponátů do vyšších pater pomocí nákladního výtahu, ne však do výstavních prostor v 1. PP. Příjezd ke vstupu je již uzpůsoben pro OA/NA.



*Obr. 19 – Příjezd k zadnímu vchodu [Zdroj: autor]*

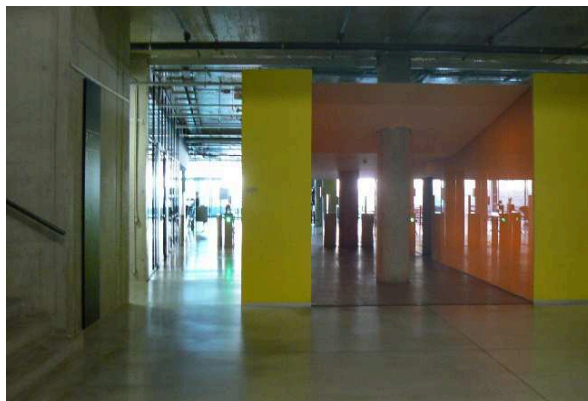
Trasa vedoucí od zadního vchodu je poměrně komplikovaná. Nachází se zde více možností, jak dopravit exponát do výstavní místnosti.





*Obr. 20 – Vstupní dveře (vlevo) [Zdroj: autor]*

Překážky na trasách tvoří zakřivená chodba, dveře nedostatečných rozměrů a turnikety. Tyto trasy vedou k únikovému východu (rozměry 2200/2500) umístěnému ve skleněné přičce oddělující sousední výstavní prostory (viz obr. 16).



*Obr. 21 – Zakřivená chodba (vlevo), turnikety (vpravo) [Zdroj: autor]*

Vyznačení jednotlivých tras se nachází v Manuálu pro vystavovatele, který je obsažen v příloze č. 4.

### *7.2.3 Potřebné informace pro vystavovatele*

V následující tabulce jsou shrnuty jednotlivé požadavky na technické oblasti týkajících se prostoru a forma poskytnutí informací.

Oblast	Požadované technické informace	Forma zpracování
Základní údaje	Podlahová plocha	Popis
	Nejmenší světlá výška místnosti	
	Nášlapná vrstva podlahy	
	Povrchová úprava stěn	
	Informace o objektu	
	Kontaktní osoby	
	Otevírací doba	
Doprava exponátů	Situace širších vztahů	Popis, zakreslení
	Hlavní přístupová cesta	
	Alternativní přístupová cesta	
Zdroje elektrické energie	Zdroje 220V	Popis, zakreslení
	Zdroje 380V	
	Poloha jističů	
Osvětlení	Denní osvětlení	Popis
	Umělé osvětlení	
	Stínící technika	
	Umístění ovládání osvětlení	Zakreslení
	Ovládání intenzity osvětlení	
	Světelné okruhy	
Vybavení	Vitríny	Popis
	SDK panely	
	Nástěnné uchycení	
Požární bezpečnost	Hasící systémy	Popis, zakreslení
	Hlásiče	
Výdechy klimatizace	Umístění výdechů	Zakreslení

Ochranka	Zabezpečení místnosti	Popis
----------	-----------------------	-------

Tab. 4 – Požadované technické informace [Zdroj: autor]

### 7.3 Tvorba BIM modelu výstavního prostoru a prezentace

Model byl vytvořen na základě získané projektové dokumentace skutečného stavu objektu a vlastním zaměřením pomocí laserového dálkoměru.

V následujících kapitolách je popsán postup vytváření modelu a popis problémů, které při modelování místnosti nastaly.


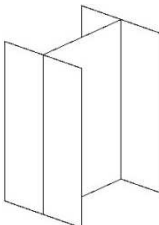

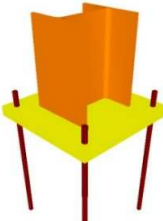

#### 7.3.1 Úroveň podrobnosti (*Level of Development / Detail*)

Při vytváření 3D modelu je potřeba předem stanovit, jak detailně bude model zpracován. Detailní řešení návrhu zvyšuje nároky na velikost souboru a pro jednotlivé profese často nepředstavuje podstatné informace.

Úroveň podrobnosti se stanovuje pomocí dokumentu *Level of Development for Building Information Models* vydaným asociací AIA (American Institute of Architects – Americký institut architektů). Dokument definuje úrovně vývoje (*Level of Development*; LOD) jednotlivých konstrukčních prvků. Zkratka LOD je často zaměňována s úrovní detailu (*Level of Detail*). Rozdíl mezi těmito pojmy je následující:

- **Level of Detail** – úroveň podrobnosti geometrických detailů prvku
- **Level of Development** – stanovení úrovně geometrické podrobnosti prvku a k němu připojených informací, na které se mohou jednotlivé profese při práci s modelem spolehnout

V tabulce č. 5 jsou popsány jednotlivé druhy LOD. Pro názornost je v posledním sloupci uveden příklad detailnosti zobrazení ocelového sloupu. Úroveň 500 není v dokumentu vyobrazena, protože se jedná o vytvoření modelu na základě skutečného provedení stavby.

LOD	Popis	Příklad
100	Celkový objemový model budovy, orientační plocha, objem, umístění a orientace ve 3D modelu nebo jiné reprezentaci.	
200	Jednotlivé tavební elementy jsou modelovány jako generalizované systémy nebo seskupení elementů přibližným množstvím, rozměrem, tvarem, umístěním a orientací. K jednotlivým elementům mohou být přiřazeny negeometrické popisné informace.	
300	Stavební elementy jsou modelovány jako specifické skupiny elementů přesné ve smyslu jejich množství, rozměrů, tvaru, umístění a orientace. K jednotlivým elementům mohou být přiřazeny negeometrické popisné informace.	
350	Stavební elementy jsou modelovány jako specifické skupiny elementů přesné ve smyslu jejich množství, rozměrů, tvaru, orientace a navazují na další systémy budovy. K jednotlivým elementům mohou být přiřazeny negeometrické popisné informace.	
400	Stavební elementy jsou modelovány jako specifické objekty s přesným rozměrem, tvarem, umístěním, množstvím, orientací, informacemi o zhotoviteli a podrobnými detaily. K jednotlivým elementům mohou být přiřazeny negeometrické popisné informace.	
500	Stavební elementy jsou modelovány tak, jak byly postaveny a dodány s přesnými rozměry, množstvím, tvarem, polohou a orientací. K jednotlivým elementům mohou být přiřazeny negeometrické popisné informace.	

Tab. 5 – Úroveň podrobnosti [1, 14, upraveno]

Pro vytvoření modelu výstavních prostor pro účel této diplomové práce je nejideálnější volba LOD 500. V modelu bude prostor zobrazen tak, jak jej vidí návštěvník. V modelu nebudou obsaženy vedení instalací, které nejsou potřebné pro pořádání výstav a

nijak významně neovlivňují vzhled místnosti. Vyloučením zbytečných detailů se sníží i velikost souboru modelu.

### 7.3.2 Vytváření modelu

Pro vytvoření modelu byl vybrán program ArchiCAD 17 EDU společnosti Graphisoft. K programu je k dispozici add on MEP (Mechanical Electrical Plumbing) pro projektování technických zařízení budov.

Při projektování program hlásí kolize TZB zvýrazněním problematického místa červenou barvou.

Při vytváření modelu byly řešeny tyto problémy:

- Povrchy ploch – Realistické zobrazení povrchových úprav konstrukcí není důležité pro provoz, ale ovlivňují celkový dojem z výstavních prostor. Dilatační spáry podlahy jsou zajímavým prvkem, stejně jako pohledový beton sloupů, stěn a stropu.



Obr. 22 – Dilatační spáry v podlaze [Zdroj: autor]





*Obr. 23 – Pohledový beton stěn, sloupů a stropu [Zdroj: autor]*

- Energokanály – v knihovně ArchiCADu je k dispozici nástroj Kanál. Tímto nástrojem byly vytvořeny jak podlahové energokanály, tak stropní kanály navíc nesoucí svítidla. V každém stropním kanálu se nacházejí tři místa pro napojení na elektrickou energii. V modelu je problematické tato místa zaznačit. Kryt kanálu také nelze nastavit s otvory pro protažení kabeláže.



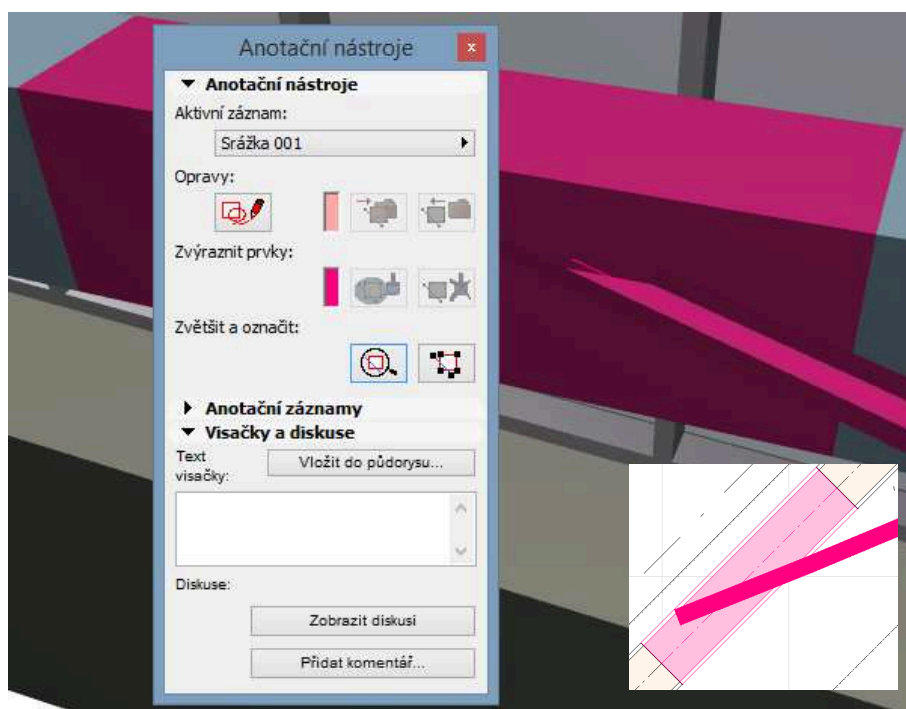
*Obr. 24 – Energokanál [Zdroj: autor]*



*Obr. 25 – Stropní zavěšená lišta s elektrickým vedením [Zdroj: autor]*

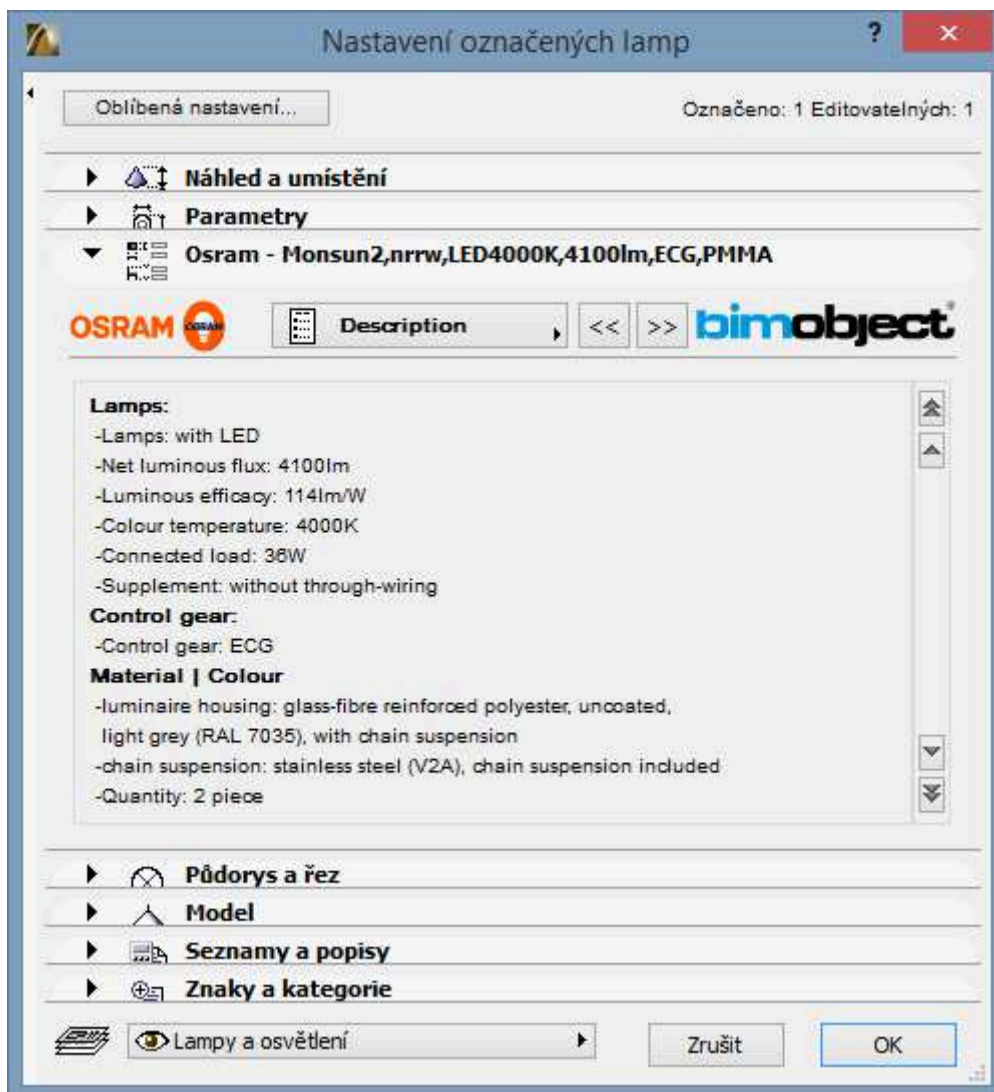


- Generování 2D dokumentace – při vytváření 3D modelu se vyskytují problémy se zobrazováním do 2D dokumentace. Nastavování půdorysného zobrazení prvků je často složité a časově náročné.
- Koordinace TZB – Při vytváření modelu bylo složité umístit jednotlivé trasy vzduchotechniky, požárního rozvodu a stropních lišt nesoucích elektrické vedení a osvětlení. Trasy jednotlivých zařízení se kříží a navíc jsou zavěšeny na šikmém stropě. Užitečným nástrojem pro projekci TZB v programu ArchiCAD je Trasování TZB, s jehož pomocí se snadno navrhují trasy jednotlivých zařízení. Dalším nástrojem určeným ke koordinaci vedení je Detekce kolizí, umožňující nalézt veškeré kolizní konstrukce v půdorysu i 3D zobrazení. Řešení nalezených kolizí se dále diskutuje mezi jednotlivými profesemi prostřednictvím anotačních nástrojů program ArchiCAD.



Obr. 26 – Kolize vzduchotechniky a stropní lišty [Zdroj: autor]

- Svítidla – Přesný typ svítidel použitých v místnosti nelze najít mezi knihovními prvky. V databázi objektů uveřejněných na internetové stránce <http://bimobject.com> lze ovšem od stejného výrobce (OSRAM) nalézt vizuálně podobný typ svítidla, ovšem s naprosto rozdílnými parametry. U svítidel by bylo velmi výhodné již získat daný typ s veškerými technickými údaji. Objekt je na internetových stránkách k dispozici pro software ArchiCAD, AutoCAD, Revit a Sketchup.



Obr. 27 – Atributy svítidla [Zdroj: autor]

### 7.3.3 Prohlížení modelu – BIMx PRO

Vytvořený model lze atraktivní cestou zákazníkům prezentovat pomocí prohlížeče. Pro prezentaci byla vybrána aplikace BIMx pro mobilní zařízení či tablety vyvinutá společností Graphisoft.

Aplikace je poskytována ve třech typech licencí:

- BIMx – prohlížení všech modelů ve 3D na všech zařízeních (zdarma)
- BIMx PRO – prohlížení všech modelů ve 2D a 3D na jednom zařízení (\$49,99 měsíčně)
- BIMx Model Sharing – prohlížení jednoho modelu ve 2D a 3D na všech zařízeních (\$49,99 měsíčně)



*Obr. 28 – Aplikace BIMx PRO [Zdroj: autor]*

Pro účel této diplomové práce byla společností Graphisoft zdarma poskytnuta licence aplikace BIMx PRO.

Oproti základní verzi BIMx, která umožňuje pouhé prohlížení modelu, pracuje BIMx PRO s technologií zvanou „hyper-model“. Tato technologie propojuje 2D výkresovou dokumentaci s 3D modelem objektu. Pomocí značek (tzv. hyperlinků) umožňuje plynulý přechod mezi zobrazením, který napomáhá si lépe představit objekt v kontextu. Dále umožňuje zobrazovat libovolné řezy objektem, tisk, nastavení oprávnění a další. Aplikace je přímo uzpůsobena práci s dotykovou obrazovkou a poskytuje velmi atraktivní prezentaci.

Ukázky funkcí aplikace jsou obsahem přílohy č. 5.

## **7.4 Analýza přístupových cest z hlediska manipulace s předměty**

Vytvořený BIM model byl využit ke zpracování analýzy přístupových cest do multifunkční místnosti z pohledu přemísťování exponátů po různých variantách tras.

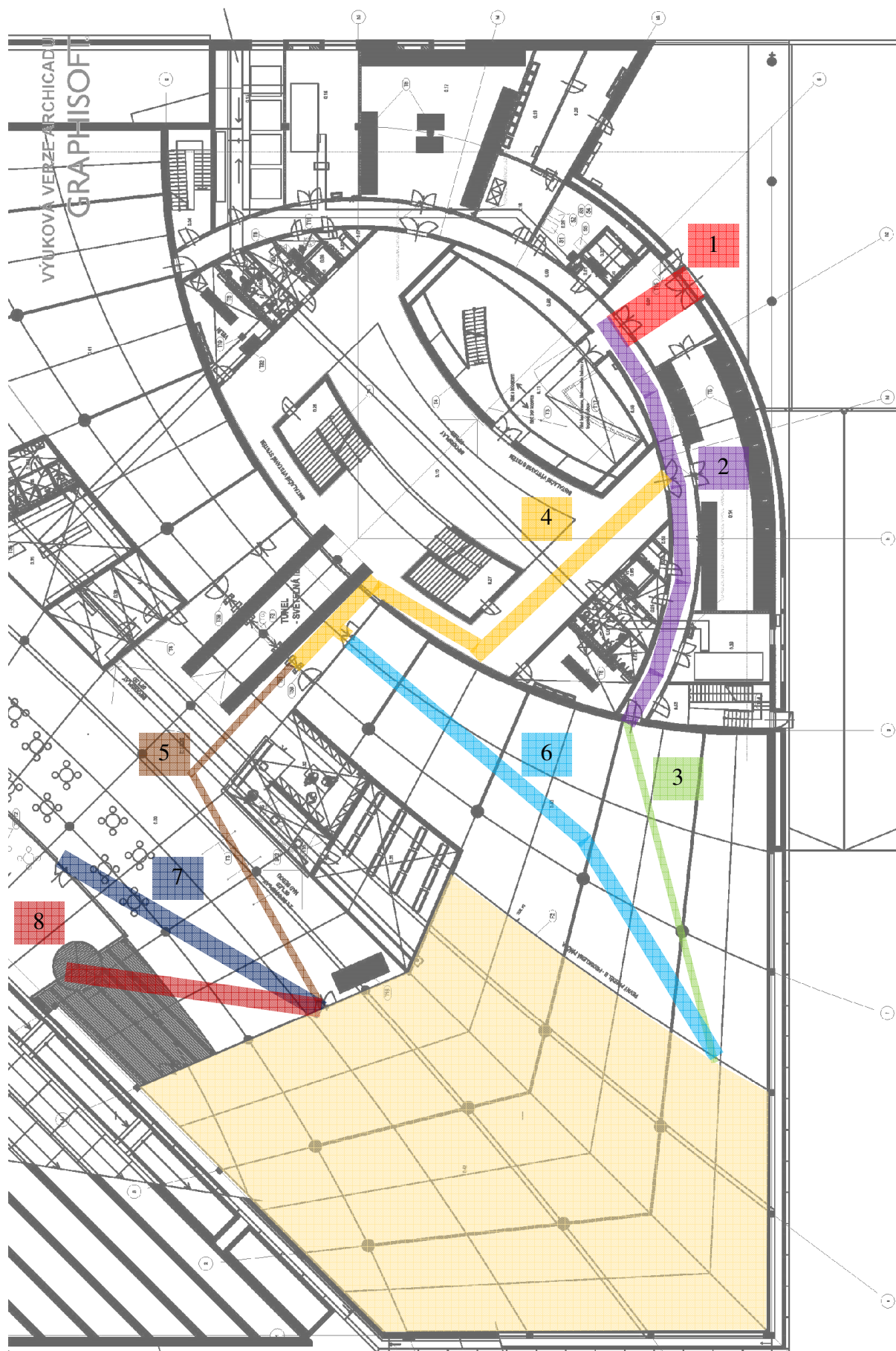
Analýza se zabývá technickým řešením prostoru, do kterého mohou zasahovat technické vybavení či výplně otvorů a zmenšovat prostor pro manipulaci s předměty. Jedním

z příkladů problematický míst je zakřivená chodba (vytočení dlouhých předmětů) či turnikety (zmenšená šířka prostupu). Obecně však trasu významně ovlivňují rozměry otvorů.

Výstupem analýzy je grafické znázornění velikosti břemene, které je možno po daném úseku trasy přemísťovat. Velikost břemene je znázorněna tloušťkou čáry.

V tabulce č. 6 se nachází rozměry maximálních velikostí tělesa – jeho šířka, délka a výška. Výška je ovlivněna výškou otvoru a při analýze nebylo bráno v potaz naklánění předmětu. Při analyzování otáčení břemene v trase o 90° je uvedena maximální délka předmětu při jeho šířce rovné 1m. Pokud v některém případě není uveden žádný rozměr, znamená to, že parametry prostoru neovlivňují velikost přepravovaného předmětu.

Při přepravě předmětů na europaletách (rozměry 800x1200x144mm) pomocí standardního paletového vozíku (půdorysný rozměr 550x1733mm) lze využít všechny varianty tras v objektu.



Obr. 29 – Analýza přístupových cest [Zdroj: autor]



Trasa	Šířka	Délka	Výška
1	2,2	5,0	2,7
2	1,8	2,7	2,1
3	1,1	-	2,1
4	1,0	2,1	2,2
5	1,2	-	-
6	1,8	2,2	2,6
7	1,7	-	2,6
8	1,7	-	2,6

*Tab. 6 – Rozměrové omezení tras [Zdroj: autor]*

## 7.5 Využití diplomové práce pro facility manažera

### 7.5.1 Dokument

Na základě zjištěných problematických míst multifunkčního prostoru a analýzy požadavků vystavovatelů na informace byl zpracován Manuál pro vystavovatele, který je obsahem přílohy č. 4. Tento manuál může být zaslán vystavovatelům jako základní informační materiál.

### 7.5.2 Prezentace

Vytvořený informační model multifunkční místnosti může soužit jako efektivní nástroj pro prezentaci výstavního prostoru STC Ostrava.

### *7.5.3 Analýza přístupových cest z hlediska manipulace s předměty*

Grafický výstup analýzy přístupových cest k multifunkční místnosti může být využit při plánování způsobu přemístění exponátů do výstavního prostoru a usnadnění výběru bezproblémové varianty trasy na základě parametrů přenášených předmětů.

## 8. Závěr

Osobně si myslím, že přijetí BIMu je krok správným směrem, který je navíc podpořen neustále se vyvíjející IT technologií. Změna přinese zajisté mnoho problémů, ty však mohou být vyváženy získanými výhodami. Vyspělé státy zavádějící BIM do legislativy nám jistě mohou být příkladem úspěšné implementace.

Budoucí vývoj také ovlivní přijetí evropské směrnice 2014/24/EU, která vyjde v platnost v 16. dubna 2016 a jejíž požadavky by mohla plnit právě metodika BIM.

Při vytváření informačního modelu multifunkční místnosti STC Ostrava z poskytnuté projektové dokumentace bylo poměrně náročné díky zpracování více výkresů různých profesí. Navíc se ve výkresech nacházely odchylky od skutečného stavu, které byly zjištěny zaměřením místnosti. Výhodnější by bylo vytvoření modelu již v předinvestiční fázi životního cyklu stavby a získat tak komplexní zdroj informací.

Díky ochotně poskytovaným informacím facility manažerem STC však bylo možné model vytvořit, avšak ne zcela přesně díky chybějícím knihovním prvkům. Výrobce osvětlení nedává k dispozici všechny objekty svých svítidel, což je v obecném pojetí jednou z velkých překážek implementace metodiky BIM. V současné době však informační model budovy není na takové úrovni vyspělosti, aby měli výrobci zájem o vytvoření knihovních prvků všech svých výrobků. Do budoucna tento krok však bude nutný.

Před vytvořením informačního modelu místnosti byla provedena analýza požadovaných informací vystavovatelů na facility manažera. Při analyzování byl využit facility report Slezského zemského muzea a informace od facility manažera. Na základě analýzy byly pomocí informačního modelu místnosti vytvořeny materiály poskytující základní informace o multifunkčním prostoru.

Dále byla pomocí modelu vytvořena analýza přístupových cest k místnosti při manipulaci s exponáty. Tato analýza má usnadnit plánování výstavy, protože v různých variantách tras se vyskytují překážky a jsou omezeny rozměry otvorů.

Při zpracovávání informačního modelu výstavní místnosti bylo zjištěno několik problémů a posléze navrženo možné řešení:



Problém	Řešení
Chybějící stínící technika	Instalace stínící techniky
Chybějící rozvod napětí 380V	Rozvedení napětí 380V
Nelze ovládat (zapínat/vypínat) jednotlivá svítidla nebo jejich řady, nelze je stmívat	Naprogramování funkcí v systému ovládání osvětlení Dali
Problematické přístupové cesty k multifunkčnímu prostoru	Vytvoření manuálu popisujícího varianty tras a jejich omezení

*Tab. 7 – Problémy multifunkční místnosti a návrhy řešení [Zdroj: autor]*

Pro prezentaci modelu byla vybrána aplikace BIMx v plné verzi, získané ve spolupráci se společností Graphisoft. Tato aplikace poskytuje velmi atraktivní prezentaci modelů. Přechod mezi výkresem půdorysu a 3D zobrazení je velmi efektní. Dále zde lze nastavit několik možností zobrazení 3D modelu (čárový model, kovové zobrazení, prostorové zobrazení). Cena aplikace není vysoká vzhledem k přínosům, které může přinést. Navíc lze zdarma získat základní verzi aplikace, která umožňuje procházení modelu (bez prohlížení 2D dokumentace). Na mobilním zařízení je zpočátku obtížné procházení modelů, po čase si však uživatel na ovládání zvykne. Funkce, která aplikaci chybí, je měření vzdáleností.

Tato práce shrnuje teoretické pozadí informačního modelu budovy a poznatky aplikuje na provozní fázi životního cyklu stavby, což splňuje stanovený cíl diplomové práce.

## 9. Seznam použitých pramenů

### Odborné publikace

- [1] ČERNÝ, M., POSPÍŠILOVÁ, B., VYHNÁLEK, R., TOMANOVÁ, Š., JIRÁT, M., LUBAS, A., VANĚK, P. *BIM příručka*. 1. 1. Praha: Odborná rada pro BIM, 2013. 80 s. ISBN: 978-80-260-5297- 5.
- [2] DEUTSCH, R. *BIM and integrated design: strategies for architectural practice*. 1. vyd. Hoboken, N.J.: Wiley, 2011, 241 s. ISBN 978-0-470-57251-1.
- [3] EASTMAN, C. *BIM handbook: a guide to building information modeling for owners, managers, designers, engineers and contractors*. 2. vyd. Hoboken, NJ: Wiley, 2011, 626 s. ISBN 9780470541371.
- [4] KUDA, F., BERÁNKOVÁ E., SOUKUP P. *Facility management v kostce: pro profesionály i laiky*. 1. vyd. Olomouc: Form Solution, 2012, 50 s. ISBN 978-80-905257-0-2.

### Přednášky a sborníky z konferencí:

- [5] KRATOCHVÍLOVÁ, L. *MPO jako koordinátor zavádění BIM v ČR*. Konference BIM ve stavebnictví, Praha, 24. června 2015.
- [6] TOMANOVÁ, Š. *BIM spolupráce a standardy*. Konference BIM ve stavebnictví, Praha, 24. června 2015.
- [7] VANĚK, P. *Připravenost českého stavebnictví na BIM*. Konference BIM ve stavebnictví, Praha, 24. června 2015.

### Časopisy – články:

- [8] KRATOCHVÍLOVÁ, L. *MPO jako koordinátor zavádění BIM*. *ARCHINEWS*, 2015, č. 2. ISSN 1802-7172.

## Internetové zdroje:

- [9] AEC bytes [online]. [cit. 2015-07-12]. Dostupné z:  
<<http://www.aecbytes.com/buildingthefuture/2010/TrelligenceAffinity.html>>
- [10] ArchDaily [online]. [cit. 2015-09-24]. Dostupné z:  
<<http://www.archdaily.com/302490/a-brief-history-of-bim>>
- [11] Archinews [online]. [cit. 2015-09-24]. Dostupné z: <<http://www.archinews.cz/6-105-postreh-od-prkna-pres-cad-k-bim.aspx#.Vd19GPntmko>>
- [12] ArchiWEB [online]. [cit. 2015-11-24]. Dostupné z:  
<<http://www.archiweb.cz/buildings.php?action=show>>
- [13] Autodesk [online]. [cit. 2015-08-24]. Dostupné z:  
<[http://images.autodesk.com/adsk/files/Autodesk\\_ProjectTransformer\\_wp\\_en.pdf](http://images.autodesk.com/adsk/files/Autodesk_ProjectTransformer_wp_en.pdf)>
- [14] BIMForum [online]. [cit. 2015-11-24]. Dostupné z: <<http://bimforum.org/lod/>>
- [15] CAD Studio [online]. [cit. 2015-08-24]. Dostupné z: <<http://www.cadstudio.cz/revit>>
- [16] Dolní oblast Vítkovice [online]. [cit. 2015-06-28]. Dostupné z:  
<<http://www.dolnivitkovice.cz/default/file/download/id/19750/inline/1>>
- [17] Mapové podklady [online]. [cit. 2015-06-29]. Dostupné z: <[www.mapy.cz](http://www.mapy.cz)>
- [18] Mapové podklady [online]. [cit. 2015-11-04]. Dostupné z:  
<<http://gisova.ostrava.cz/webmaps/mapaz/viewer.htm>>
- [19] OpenBIM [online]. [cit. 2015-08-24]. Dostupné z: <<http://www.openbim.cz/>>
- [20] SKANSKA [online]. [cit. 2015-10-05]. Dostupné z: <<http://www.skanska.cz/cz/onas/bim/skanska-a-bim-v-cr-sr>>
- [21] SmartMarket Report [online]. [cit. 2015-08-20]. Dostupné z: <<http://static-dc.autodesk.net/content/dam/autodesk/www/solutions/building-information-modeling/bim-value/mhc-business-value-of-bim-in-north-america.pdf>>
- [22] Svět techniky [online]. [cit. 2015-10-14]. Dostupné z: <<http://www.stcostrava.cz/>>

- [23] TZB info [online]. [cit. 2015-08-10]. Dostupné z: <<http://stavba.tzb-info.cz/116753-stavebnictvi-v-dobe-krize-opustilo-pres-50-000-lid>>
- [24] TZB info [online]. [cit. 2015-08-11]. Dostupné z: <<http://www.tzb-info.cz/bim/12749-stane-se-bim-prostredkem-pro-dokladovani-a-monitorovani-kvality-dila-u-verejnych-zakazek>>

## **10. Seznam tabulek**

Tab. 1 – Rozměry modelů a jejich popis

Tab. 2 – Seznam vydaných a připravovaných norem

Tab. 3 – Porovnání cen CAD a BIM softwarů

Tab. 4 – Požadované technické informace

Tab. 5 – Úroveň podrobnosti

Tab. 6 – Rozměrové omezení tras

Tab. 7 – Problémy multifunkční místnosti a návrhy řešení

## 11. Seznam obrázků

Obr. 1 – Životní cyklus stavby

Obr. 2 – Fáze životního cyklu stavby a stavebního díla

Obr. 3 – Procentuální vyjádření nákladů životního cyklu stavebních objektů

Obr. 4 – Spolupráce mezi profesemi

Obr. 5 – Ukázka vstupu (vlevo) a výstupu (vpravo) programu GLIDE

Obr. 6 – Virtuální model budovy v programu ArchiCAD

Obr. 7 – Přijetí BIM dle profese a velikosti firem

Obr. 8 – Předpověď přijetí CAD a BIM metodiky

Obr. 9 – Způsoby sdílení modelu

Obr. 10 – Historie formátu IFC

Obr. 11 – Porovnání klasického postupu s metodikou BIM

Obr. 12 – Multifunkční místnost STC Ostrava

Obr. 13 – Situace širších vztahů

Obr. 14 – STC Ostrava

Obr. 15 – Průhled do vstupní haly (vlevo) a do sousední expoziční místnosti (vpravo)

Obr. 16 – Únikový východ

Obr. 17 – Rampa pro vozíčkáře

Obr. 18 – Vstupy do objektu

Obr. 19 – Příjezd k zadnímu vchodu

Obr. 20 – Vstupní dveře (vlevo)

Obr. 21 – Zakřivená chodba (vlevo), turnikety (vpravo)

Obr. 22 – Dilatační spáry v podlaze

Obr. 23 – Pohledový beton stěn, sloupů a stropu

Obr. 24 – Energokanál

Obr. 25 – Stropní zavěšená lišta s elektrickým vedením

Obr. 26 – Kolize vzduchotechniky a stropní lišty

Obr. 27 – Atributy svítidla

Obr. 28 – Aplikace BIMx PRO

Obr. 29 – Analýza přístupových cest

Obr. 30 – Vyspělost informačního modelování

## **12. Seznam příloh**

Příloha č. 1 – BIM ve světě

Příloha č. 2 – Mapa areálu DOV

Příloha č. 3 – Facility report Slezského zemského muzea

Příloha č. 4 – Manuál pro vystavovatele

Příloha č. 5 – Aplikace BIMx PRO



### 13. Seznam výkresů

V. č. 1 - SITUACE ŠIRŠÍCH VZTAHŮ	1:25000	1xA4
V. č. 2 – PŮDORYS MULTIFUNKČNÍ MÍSTNOSTI STC OSTRAVA	1:150	3xA4
V. č. 3 – POHLEDY	1:100	2xA4
V. č. 4 – SCHÉMA ELEKTROINSTALACE	1:200	2xA4
V. č. 5 – SCHÉMA OSVĚTLENÍ	1:200	2xA4
V. č. 6 – SCHÉMA POŽÁRNÍHO ZABEZPEČENÍ	1:200	2xA4
V. č. 7 – SCHÉMA VZDCHOTECHNIKY	1:200	2xA4
V. č. 8 – SOUHRNNÉ SCHÉMA TZB	1:200	2xA4